



**Universidade do Minho**  
Escola de Engenharia

Joana Elisabete Ferreira Carvalho

**Aplicação de princípios e técnicas Lean à  
injeção de componentes poliméricos para a  
indústria automóvel**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do

**Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira**

Outubro, 2014



## DECLARAÇÃO

Nome:

Joana Elisabete Ferreira Carvalho

Endereço eletrónico: [joanna.ca@gmail.com](mailto:joanna.ca@gmail.com) Telefone: 913697184

Número do Bilhete de Identidade: 13783945

Título da dissertação:

Aplicação de princípios e técnicas Lean à injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel

Orientador(es):

Professor Doutor José Francisco Pereira Moreira

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado:

Mestrado Engenharia Industrial

Nos exemplares das teses de doutoramento ou dissertações 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:

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura:



## AGRADECIMENTOS

A tese de mestrado é considerado um projeto individual que requer muito empenho e dedicação, mas não é possível realizar sem a colaboração, participação e orientação de várias pessoas. Como tal gostaria de mostrar os meus agradecimentos:

Ao Doutor Professor Francisco Moreira, orientador da dissertação, pelo apoio, contribuição de sugestões, recomendações e pelo contributo essencial da sua orientação durante o desenvolvimento de toda a dissertação.

Ao Diretor da Inoveplastika, Engenheiro Hélio Santos, pela oportunidade e disponibilidade da realização do estágio na empresa.

Ao Engenheiro João Alçada, pela partilha de conhecimentos e também da sua experiência, sugestões, orientação e companheirismo ao longo do desenvolvimento do projeto, tornando-se uma grande ajuda para a concretização da dissertação.

Ao meu orientador da empresa, Engenheiro Gonçalo Araújo, pelo apoio, sugestões e disponibilidade.

Não menos importante e em especial aos meus pais, pois eles foram e continuam a ser o meu apoio incondicional nas minhas tomadas de decisão ao longo da minha formação, proporcionando-me a oportunidade e incentivo de alcançar todos os meus objetivos académicos.

Aos meus irmãos, pelo apoio durante toda a minha formação académica, na motivação e troca de ideias, e também à restante família pelo incentivo.

Ao Bruno, pela paciência na hora dos desabafos, na sua compreensão e incentivo durante todas as fases da realização da dissertação.

Aos amigos, pela troca de ideias, pela companhia e desabafos ao longo do projeto.



## RESUMO

A presente dissertação do Mestrado em Engenharia Industrial, ramo de gestão industrial, da Universidade do Minho, foi desenvolvida em contexto industrial. O objetivo principal deste projeto consistiu na melhoria dos processos de abastecimento e redução dos desperdícios associados à secção de injeção da empresa Inoveplastika S.A., Inovação e Tecnologia em Plásticos.

De forma a atingir os objetivos propostos, aplicou-se a metodologia investigação-ação. Foi realizada uma revisão da literatura sobre Produção *Lean*, nomeadamente origem, princípios, tipos de desperdícios, assim como as suas principais técnicas e ferramentas. Realizou-se um diagnóstico ao estado atual da unidade fabril, através de recolha de informação, observação direta dos processos, análise ABC, elaboração de WIDs e determinação de OEEs, com posterior identificação de problemas. Foram apresentadas sugestões de melhoria, tendo por base ferramentas Lean, como comboio logístico, gestão visual e SMED, com o intuito de solucionar alguns dos problemas identificados.

A proposta de abastecimento às linhas de injeção usando um comboio logístico, focou-se na caracterização e dimensionamento da nova unidade *Interface*, na conceção de um modelo de carruagens e de *trolleys* e também na análise da periodicidade e circuitos de passagem. As experiencias efetuadas permitiram propor uma solução com passagens de 30 minutos nas linhas de injeção e um tempo máximo de 10 minutos, resultante das atividades do operador do comboio, garantindo uma elevada disponibilidade de serviço e tempo suficiente para manutenção.

A aplicação da metodologia SMED evidenciou-se na redução dos movimentos dos operadores na busca de ferramentas e documentos, entre outros. Sugeriu-se igualmente a utilização de um carro de ferramentas e posicionamento prévio da grua para remoção dos moldes. Estas medidas resultaram numa redução do tempo de setup em mais de 40% para as máquinas de injeção analisadas e um aumento de produção de cerca de 1000 peças por dia. Foram também sugeridas propostas específicas ao nível da gestão visual e da arrumação de equipamentos auxiliares, e sugeridas alterações ao sistema de abastecimento à secção de montagem.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção Lean, Comboio Logístico, SMED, gestão visual





## ABSTRACT

The present dissertation for the Master degree in Industrial Engineering, field of industrial management, of the University of Minho, was developed in an industrial context. The main objective of this project consisted in improving supply processes and eliminating wastes associated to the injection section of the company *Inoveplastika S.A.*, Polymers Technology and Innovation.

To achieve the proposed objectives, the Action Research methodology was applied and a literature revision on *Lean* Production performed, which included the origin, principles, types of wastes, as well as its main techniques and tools. A diagnose of the shop floor current state was performed by the collection of information, direct observation of the processes, ABC analyses, WIDs development and OEEs determination, with subsequent identification of problems. As a result, there was a presentation of several improvements, based on *Lean* tools, such as a *Mizusumashi*, visual management and SMED, so as to solve some of the identified problems. The proposal for supplying the injection lines using a *Mizusumashi* focused in characterizing and sizing the new *Interface* unit, designing a model of carriages and *trolleys* and also analysing the frequency and passing circuits. The experiments carried out allowed proposing a solution with a 30 minutes passages in the injection line, and a maximum time of a 10 minutes, from the activities of the operator of the train, which ensures high service availability and sufficient time for maintenance.

The application of the SMED methodology came to reduce the operators' movements in the search for tools and documents, among others. It has also been suggested the use of a tooling cart and pre-positioning of the crane to exchange the moulds. These measures have shrunk the injection machine setup time by more than 40% and an increase in production of about 1000 pieces. It has also been suggested specific proposals on visual management, order and tidiness of auxiliary equipment and changes to the supply system in the assembly section.

## KEYWORDS

Lean Manufacturing, *Mizusumashi*, SMED, Visual Management



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vii
Abstract .....	ix
Índice de Figuras .....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xxi
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de Investigação.....	2
1.4 Estrutura da Dissertação .....	3
2. Revisão Bibliográfica .....	5
2.1 Lean Production.....	5
2.1.1 Origem do Toyota Production System .....	5
2.1.2 Princípios Lean.....	7
2.1.3 Tipos de Desperdício.....	7
2.2 Técnicas e Ferramentas Lean .....	9
2.2.1 Overall Equipment Effectiveness – OEE .....	9
2.2.2 Comboio Logístico .....	10
2.2.3 5S.....	12
2.2.4 Gestão Visual .....	13
2.2.5 SMED, Single-Minute Exchange of Die.....	14
2.2.6 Kanban .....	17
2.2.7 Waste Identification Diagrams.....	18
2.3 Resistência à Mudança .....	20
3. Descrição da Empresa .....	21
3.1 História da Empresa.....	21
3.2 Identificação e Localização da Empresa .....	21
3.3 Missão, Estratégia e Política da Qualidade da Empresa.....	22
3.4 Estrutura Organizacional .....	22

3.5	Principais Mercados .....	23
3.6	Principais Clientes e Concorrentes .....	24
3.7	Produtos .....	25
3.8	Layout Fabril e Processo de Injeção.....	25
3.8.1	Layout Fabril .....	25
3.8.2	Processo de Injeção e Molde .....	26
4.	Descrição e Análise do Sistema de Produção.....	29
4.1	Caracterização da Secção de Injeção.....	29
4.1.1	Processo Produtivo e Produtos Produzidos .....	30
4.1.2	Postos de Trabalho da Secção de Injeção.....	31
4.2	Caracterização da Secção de Montagem .....	33
4.2.1	Processo Produtivo e Produtos Produzidos .....	34
4.2.2	Postos de Trabalho da Secção de Montagem .....	34
4.3	Abastecimento de Materiais .....	34
4.4	Planeamento da Produção e o Fluxo de Informação .....	37
4.5	Análise Crítica da Situação Atual.....	38
4.5.1	Postos de Trabalho da Zona de Produção .....	40
4.5.2	Análise da Cadeia de Valor .....	43
4.5.3	Análise e Desempenho dos Equipamentos com OEE.....	48
4.5.4	Problemas Associados à Organização da Secção de Injeção .....	50
4.5.5	Estudo de Tempos dos Processos da Secção de Montagem.....	52
4.5.6	Análise aos Postos de Trabalho da Secção de Montagem .....	53
4.5.7	Síntese de Problemas Identificados na Unidade Fabril.....	56
5.	Propostas de Melhoria .....	59
5.1	Abastecimento das Linhas de Injeção – Comboio Logístico .....	59
5.2	Melhorias na organização: Falhas Identificadas na Secção de Injeção .....	70
5.3	Implementação SMED nas Máquinas Arburg 50T e Arburg 250T.....	72
5.3.1	Implementação SMED na Máquina de Injeção Arburg 100T M5 linha 2 .....	87
5.4	Abastecimento às Linhas da Secção de Montagem.....	88
6.	Considerações Finais e Trabalho Futuro .....	93

6.1	Considerações Finais .....	93
6.2	Trabalho Futuro .....	95
	Referências Bibliográficas .....	97
Anexo I	Organigrama geral da empresa .....	101
Anexo II	Concorrentes da Inoveplastika .....	102
Anexo II	Parque máquinas Inoveplastika.....	103
Anexo IV	Waste Identification Diagrams .....	104
Anexo V	Overall Equipment Effectiveness (OEE) .....	107
Anexo VI	Observação de tempos .....	108
Anexo VII	Ficheiro tempo de execução de processo – mão-de-obra.....	109
Anexo VIII	Comboio logístico.....	112
Anexo IX	Simulações dos corredores 1 e 2.....	114
Anexo X	Instruções de trabalho dos operadores de Interface .....	117
Anexo XI	Instruções de trabalho do operador do comboio logístico .....	119
Anexo XII	Plano de Manutenção de Comboio, Trolleys e Carruagens .....	120
Anexo XIII	Manutenção de Carruagens .....	121
Anexo XIV	Manutenção de Trolleys .....	122
Anexo XV	Parque máquinas com proposta de identificação .....	123
Anexo XVI	Proposta de auditoria 5s .....	124
Anexo XVII	SMED, diagrama de sequência de execução .....	125
Anexo XVIII	Proposta de Check-List .....	127
Anexo XIX	Produtos montagem.....	128



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Casa do TPS (adaptado de: Pinto, 2009).....	6
Figura 2 - As 5 etapas da metodologia 5S (adaptado de Liker, 2004).....	12
Figura 3 - Estágios da metodologia SMED (Shingo, 1985).....	15
Figura 4 - Exemplos de kanbans referentes à produção (esq.), e ao transporte (dir).....	18
Figura 5 - Ícones aplicados na representação do Diagrama WID.....	19
Figura 6 - Inoveplastika - Inovação e Tecnologia em Plásticos Lda.....	22
Figura 7 - Excerto do Organigrama geral da Empresa.....	23
Figura 8 - Mercado de atuação da Inoveplastika.....	23
Figura 9 – Principais clientes da empresa.....	24
Figura 10 - Exemplos de produtos injetados.....	25
Figura 11 - Layout atual da unidade fabril.....	26
Figura 12 - Máquina de injeção.....	26
Figura 13 - Molde de injeção.....	27
Figura 14 - Secção de Injeção.....	29
Figura 15 - Fluxograma genérico do processo produtivo.....	30
Figura 16 - Layout da secção de montagem.....	33
Figura 17 - Fluxo de materiais entre as secções da unidade fabril.....	35
Figura 18 - Exemplos de embalagens:.....	36
Figura 19 - Exemplos 1 de 3 de materiais de embalagem:.....	36
Figura 20 - Exemplos 2 de 3 de materiais de embalagem:.....	36
Figura 21 - Exemplos 3 de 3 de materiais de embalagem:.....	36
Figura 22 - Fluxo de informação dos processos produtivos.....	38
Figura 23 - Análise ABC, referente à quantidade de produção do ano 2013.....	39
Figura 24 - Diagrama de sequência de execução: atividades M4, linha nº1.....	41
Figura 25 - Quantidade WIP, dos produtos analisados da M4, linha 1.....	41
Figura 26 - Diagrama de Spaghetti: atividades do operador da M4 L1.....	42
Figura 27 - Diagrama WID para o operador do posto das M7,8,9,10 e 11 da L1.....	44
Figura 28 - Resultado das observações WID, para o PT das M7,8,9,10 e 11 da L1.....	45
Figura 29 - Diagrama WID para o posto de trabalho da máquina nº4 da linha nº4.....	46
Figura 30 - Resultados das observações WID para a máquina M4L4.....	47
Figura 31 - Secção de injeção.....	50
Figura 32 - Suporte de fita-cola.....	51

Figura 33 - Rolos de fita-cola para substituição.....	51
Figura 34 - Equipamentos e utensílios de limpeza.....	51
Figura 35 - Identificação atual do número de máquina de injeção .....	52
Figura 36 - Identificação da linha nº1 da secção de injeção .....	52
Figura 37- Diagrama de Spaghetti das atividades do operador do processo 1Pre01 .....	55
Figura 38 - Diagrama de Spaghetti das atividades dos operadores do produto 1TRW01 .....	55
Figura 39 - Protótipo de Trolleys do Comboio Logístico .....	60
Figura 40 - Protótipo das carruagens com Trolleys do Comboio Logístico .....	61
Figura 41 - Layout atualizado com a nova nave fabril.....	66
Figura 42 - Interface, representando uma entrada de produto numa máquina de injeção.....	66
Figura 43 - Layout com o posicionamento da Interface e corredores .....	67
Figura 44 - Percurso do Comboio no Trajeto A,B e C.....	68
Figura 45 –Horário de funcionamento dos 3 percursos .....	68
Figura 46 - Proposta de localização dispositivos de fita-cola e rolos de substituição .....	71
Figura 47 - Organização de locais próprios para colocação de utensílios de limpeza.....	71
Figura 48 - Identificação das restantes linhas de injeção .....	71
Figura 49 - Identificação das máquinas de injeção .....	72
Figura 50 - Passos para a aplicação da metodologia SMED.....	73
Figura 51 - Esquema do processo atual de mudança de molde.....	74
Figura 52 -Atividades (%) realizadas pelo operador (setup) para a máquina Arburg 50T e 250T .....	78
Figura 53 - Diagrama de Spaghetti do operador da máquina Arburg 50T.....	78
Figura 54 - Diagrama de Spaghetti do operador da máquina Arburg 250T.....	79
Figura 55 - Excerto do diagrama de sequência da máquina Arburg 50T.....	79
Figura 56 - Excerto do diagrama de sequência da máquina Arburg 250T.....	80
Figura 57 - Atividades externas nas movimentações do operador Arburg 50 T.....	80
Figura 58 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 50T .....	81
Figura 59 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T .....	81
Figura 60 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T .....	81
Figura 61 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T .....	82
Figura 62 - Proposta de sistema de fixação rápida de molde .....	83
Figura 63 - Atividades que podem ser realizadas em paralelo: máquina Arburg 50T.....	85
Figura 64 - Atividades que podem ser realizadas em paralelo: máquina Arburg 250T.....	85
Figura 65 - Atividades realizadas pelo operador após SMED (%):Arburg 50T e 250T .....	86



Figura 66 - Implementação SMED: (A) preparação de molde; (B) mangueiras; (C) posicionamento de grua.....	87
Figura 67 - Carrinho de ferramentas para mudança de molde, com o auxílio de check-list....	88
Figura 68 - Estante para colocação de materiais de embalagem e produto acabado nos PTs..	90
Figura 69 - Carrinho de transporte de materiais de embalagem e produto .....	90
Figura 70 - Organigrama geral da empresa .....	101
Figura 71 - Parque máquinas Inoveplastika .....	103
Figura 72 - Instrução de trabalho para operador de Interface .....	117
Figura 73 - Instrução de trabalho para operador de Interface .....	118
Figura 74 - Instrução de trabalho para operador do Comboio Logístico .....	119
Figura 75 - Planeamento de Manutenção de Carruagens, Trolleys e Comboio Logístico.....	120
Figura 76 - Sugestão de Manutenção de Carruagens .....	121
Figura 77 - Sugestão de Manutenção de Trolleys .....	122
Figura 78 - Parque máquinas da secção de injeção .....	123
Figura 79 - Proposta de Auditoria de 5S .....	124
Figura 80 - Diagrama de sequência de execução da máquina Arburg 50T.....	125
Figura 81 - Diagrama de sequência de execução da máquina Arburg 250T.....	126
Figura 82 - Sugestão de Check-list para a preparação de setup .....	127



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Concorrentes da empresa .....	24
Tabela 2 - Resultado da Análise ABC .....	39
Tabela 3 - Dados referentes aos produtos analisados da M4, linha 1 .....	42
Tabela 4 - Excerto dos registos de observações do PT das M7,8,9,10 e 11 da L1 .....	45
Tabela 5 - Resultado do cálculo dos registos do OEE da máquina M10L1 .....	49
Tabela 6 - Resultados do OEE para a máquina M10L1 .....	49
Tabela 7 - Resultados dos cálculos do OEE na máquina M4L4 .....	49
Tabela 8 - Excerto de tabela - produtos de montagem com a mão-de-obra.....	53
Tabela 9 - Valores médios das durações das atividades.....	56
Tabela 10 - Dimensões do protótipo de Trolley.....	61
Tabela 11 - Dimensões do protótipo de uma carruagem.....	61
Tabela 12 - Excerto de tabela de recolha de produtos acabados .....	62
Tabela 13 - Resultados obtidos: recolha de Trolleys com produto acabado .....	63
Tabela 14 - Resultado da simulação de comboio logístico do corredor 1.....	64
Tabela 15 - Resultados da simulação do comboio logístico do corredor 2.....	65
Tabela 16 - Descrição do processo de setup para a máquina Arburg 50T .....	75
Tabela 17 - Descrição detalhado do processo de setup para a máquina Arburg 250T .....	76
Tabela 18 - Resultados obtidos dos diagramas de sequência dos setups .....	77
Tabela 19 - Resultados obtidos com aplicação da fase 1 de SMED .....	82
Tabela 20 - Ganhos estimados com aplicação da fase 2 de SMED .....	84
Tabela 21 - Resultados obtidos com aplicação da fase 2 de SMED .....	84
Tabela 22 - Resultados obtidos com aplicação da fase 3 de SMED .....	86
Tabela 23 - Síntese de resultados obtidos do SMED .....	86
Tabela 24 - Resultados obtidos: abastecedor com intervalo de passagem de 30 minutos .....	89
Tabela 25 - Concorrentes da Inoveplastika .....	102
Tabela 26 - Resultados dos dados referentes ao WID: máquinas 7 a 11 da L1 .....	104
Tabela 27 - Registo de atividades do operador: PT das máquinas 7 a 11 da L1 .....	105
Tabela 28 - Resultados dos dados referentes ao WID para a máquina 4 da L4.....	106
Tabela 29 - Registo de observações do operador da máquina 4 da linha 4.....	106
Tabela 30 - Registo de dados de produção da máquina M10L1 .....	107
Tabela 31 - Resultados do cálculo do OEE para a máquina M10L1 .....	107
Tabela 32 - Registo de observação de tempos do produto 1PRE01.....	108

Tabela 33 - Tempos de montagem: tempo de operação e mão-de-obra por produto.....	110
Tabela 34 - Ficheiro de recolha de produtos para o corredor 1.....	112
Tabela 35 - Ficheiro de recolha de produtos para o corredor 2.....	113
Tabela 36 - Recolha de informação da embalagem de produtos acabados: corredor 1 .....	115
Tabela 37 - Recolha de informação da embalagem de produtos acabados: corredor 2 .....	116
Tabela 38 - Informação de produtos montagem: um abastecedor e fornecimento de materiais e produtos finais .....	128

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

ABC	Activity Based Costing
C/O	Change Over
JIT	Just-In-Time
KPI	Key Performance Indicator
OEE	Overall Equipment Effectiveness
PA	Poliamida
PBT	Poli(Butilen-Terftalato)
PC	Policarbonato
PC/ABS	Policarbonato /Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno
PEEK	Poli(Ariléter Cetona)
PF	Resina de Fenol-Formaldehído
POM	Polióxido de Metileno/Poliformaldehido
PPS	Poli(Sulfuro de Fenileno)
PSU	Poli(Fenilensulfona)
PT	Posto de Trabalho
SMED	Single-Minute Exchange of Die
TC	Tempo de Ciclo
TPM	Total Productive Maintenance
TPS	Toyota Production System
TPU	Poliuretano Termoplástico
TT	Takt Time
UP	Poliéster Insaturado
VA	Valor Acrescentado
WID	Waste Identification Diagrams
WIP	Work In Process



## 1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo contém um breve enquadramento ao tema da dissertação, assim como a apresentação dos objetivos, a metodologia de investigação e a forma como o relatório se encontra estruturado.

### 1.1 Enquadramento

A competitividade das empresas tem vindo a aumentar devido a níveis crescentes de exigência por parte dos clientes, que reclamam produtos sucessivamente mais diversificados, de qualidade superior e ao mais baixo custo. Tal exigência pode ser satisfeita através de uma crescente aplicação de técnicas Lean nas empresas, que possibilite a eliminação sistemática de desperdícios, permitindo melhorar as técnicas e práticas de fabrico, possibilitando que as empresas permaneçam competitivas (Womack, Roos, & Jones, 1990). A implementação de Lean requer a compreensão dos conceitos e ferramentas, e toda a organização deve estar preparada para vários tipos de mudanças e desafios, de forma que o sucesso seja alcançado e os problemas sejam ultrapassados (Ohno, 1988).

O conceito de Lean Production foi essencialmente disseminado no ocidente a partir do momento de publicação do livro *“The Machine that change the world”* (Womack et al., 1990), que em grande parte se foca na apresentação do Sistema de Produção da Toyota, exibindo os ganhos competitivos dos seus métodos e das suas aplicações.

Para garantir os benefícios que advêm da aplicação de conceitos Lean é necessário que toda a organização se encontre focada na cadeia de valor (Bhasin & Burcher, 2006). No entanto a participação ativa do operador é um ponto fundamental para o caminho da produção Lean, pois estes são os mais envolvidos nas práticas; trabalhar em equipa, melhoria contínua e organização de alto desempenho, são fundamentais para a implementação (Vidal, 2007).

Este projeto decorreu na empresa Inoveplastika, S.A, empresa que se dedica à produção de componentes poliméricos para a indústria automóvel. A empresa encontra-se em expansão devido a níveis crescentes de vendas, o que originou um aumento do número de máquinas de injeção na secção de injeção, resultando na necessidade do desenvolvimento de um projeto para a expansão da unidade fabril. A secção de injeção é constituída por máquinas de injeção em que maioria opera de forma relativamente independente. Esta secção reporta algumas falhas ao nível da eficiência do abastecimento dos materiais para embalagem dos produtos acabados, ao nível do uso de espaço com WIP, e do tempo dedicado a atividades que não

agregam valor, em detrimento das operações que agregam de facto valor ao produto, por parte dos operadores destas máquinas. Verificando-se elevados tempos de execução das atividades referentes à mudança de molde das máquinas de injeção, e um número crescente de máquinas de injeção, a atenção para os desperdícios associados a esta operação tornou-se inadiável. A secção de montagem também é alvo de análise, devido à inexistência de registos dos tempos de montagem e oscilação frequente da disponibilidade de mão-de-obra, bem como das quantidades elevadas de WIP e do elevado uso de espaço fabril.

Esta dissertação emprega os princípios de produção Lean, identificando os principais desperdícios do processo e focando-se na secção de injeção, onde são aplicadas algumas ferramentas Lean, como por exemplo: SMED, WID, comboio logístico, OEE, entre outras.

## **1.2 Objetivos**

O objetivo geral da dissertação consiste na melhoria dos processos de abastecimento e redução dos desperdícios associados ao WIP na secção de injeção da empresa Inoveplastika.

Os objetivos mais específicos são:

- Definir o fluxo de materiais e conceber os corredores de abastecimento das máquinas;
- Definir, dimensionar e otimizar os locais de armazenagem temporária;
- Estudar e propor mecanismos alternativos de abastecimento da seção de injeção;
- Definir o conteúdo de trabalho e o nível de serviço no abastecimento dos materiais;
- Definir o trabalho normalizado dos PTs das seções de injeção e montagem;
- Definir trabalho normalizado no abastecimento e na manutenção.

## **1.3 Metodologia de Investigação**

Para a realização desta dissertação efetuou-se uma pesquisa bibliográfica, com o objetivo de adquirir conhecimentos, obtenção de informação mais detalhada e aprofundada acerca de princípios e técnicas de Lean Production, nomeadamente em SMED, WID, comboios logísticos, gestão visual, entre outras técnicas Lean. A pesquisa foi realizada através de fontes bibliográficas: as primárias, e.g. dissertações; as secundárias, como livros e artigos científicos; e as terciárias, como documentos e outros conteúdos relacionados com o tema da dissertação.

A metodologia de investigação aplicada no desenvolvimento deste projeto foi a investigação-ação, que implica a participação ativa do pesquisador e das pessoas envolvidas no projeto, de



forma a mudarem o próprio sistema alvo da pesquisa (O'Brien, 1998). A metodologia de investigação tem um conjunto de 5 fases: diagnóstico; planeamento de ações; implementação de ações; avaliação do resultado e especificação de aprendizagem. A primeira etapa consiste na realização de um diagnóstico de como se encontra o estado atual da empresa, de forma a recolher a informação necessária e identificar problemas. As ferramentas auxiliares a esta fase são: análise ABC, diagramas de Spaghetti, diagrama de identificação de desperdícios - WID, estudo de tempos na secção da montagem; identificação dos fluxos de informação e do fluxo de materiais. Depois de aplicar as ferramentas foi possível identificar as movimentações dos operadores, os desperdícios, as quantidades de WIP associadas a alguns produtos. A fase seguinte permite o planeamento de ações para melhoria dos problemas identificados na etapa anterior, prosseguindo-se a geração de propostas de melhoria através de ferramentas Lean, e por último a implementação das sugestões.

#### **1.4 Estrutura da Dissertação**

A dissertação é composta por 6 capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução ao tema, seguindo-se com um breve enquadramento ao tema, a apresentação dos objetivos, a metodologia utilizada na realização da dissertação e a estrutura organizacional da dissertação. O capítulo 2 é dedicado à revisão bibliográfica, reportando-se, entre outros, a origem do Toyota Production System, os princípios da Produção Lean, os 7 desperdícios e ferramentas Lean, e.g. comboios logísticos; SMED, gestão visual, Waste Identification Diagrams. No capítulo 3 encontra-se a descrição da empresa, que inclui um breve historial da mesma, a localização e identificação, a missão, estratégia e política de qualidade, os mercados de atuação, concorrentes, clientes e por último alguns exemplos da enorme variedade de produtos. Neste capítulo é também apresentado o Layout da fábrica, com a identificação das diferentes zonas da unidade fabril, uma breve explicação do conceito do processo de injeção e também a constituição dos moldes. A descrição da seção de injeção é efetuada no capítulo 4. Este capítulo introduz as atividades realizadas pelos operadores, a forma de abastecimento de materiais, os fluxos de informação na unidade fabril, para além de efetuar um diagnóstico ao sistema de produção, identificando as principais limitações e problemas. O capítulo 5 apresenta algumas propostas de melhoria à secção de injeção. As propostas são sugestões de melhoria aos problemas anteriormente identificados. No capítulo 6, efetuam-se as considerações finais ao trabalho desenvolvido e efetuam-se sugestões de trabalho futuro.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é efetuada a revisão bibliográfica sobre *Lean Production*, nomeadamente sobre a origem do *Toyota Production System* e seus princípios, assim como as técnicas e ferramentas Lean mais relevantes para a realização do projeto, nomeadamente: gestão visual, 5S, SMED, OEE, Comboios Logísticos e Waste Identification Diagrams (WID), entre outras.

### 2.1 Lean Production

O termo Lean Production começou a ser divulgado na década dos anos 90, aquando do lançamento do livro “*The machine that changed the world*”. O objetivo desta publicação consistia em apresentar às empresas, através de dados de referência, que existem melhores processos de organização, como a gestão da cadeia de fornecimento, a relação com os clientes, o desenvolvimento dos produtos e as operações de produção, inspirados na abordagem pioneira da empresa Toyota Motor Company, após a 2ª guerra mundial (Womack et al., 1990). O objetivo de Lean Production é permitir que a empresa se torne mais eficiente, mais competitiva, mais capaz de se adaptar rapidamente às flutuações incessantes e rápidas dos mercados (Courtois, Pillet, & Martin, 2006). Para tal, a empresa deve especificar valor do ponto de vista do cliente e focar as suas atividades em criar valor, realizando as atividades na melhor sequência, sem interrupções e de forma eficaz. Lean Production tem como propósito a procura pela eliminação dos desperdícios através da melhoria contínua, tendo em conta a satisfação do cliente, possibilitando um aumento da competitividade das organizações (Womack & Jones, 1996).

#### 2.1.1 Origem do Toyota Production System

Henry Ford, em 1927 revolucionou a indústria automóvel com a produção em massa do modelo T. O conceito propagou-se pelos Estados Unidos e a toda a Europa, que logo prevaleceram na economia global. Após a 2ª Guerra Mundial, o Japão sofreu uma crise de recursos, nomeadamente recursos financeiros, tornando impossível as empresas de alcançarem posições fortes no mercado automóvel, quando comparadas com os mercados norte-americano e europeu. Eiji Toyoda e Taiichi Ohno tiveram que desenvolver as suas próprias estratégias produtivas na Toyota Motor Company, para contornar essas limitações, e tais estratégias rapidamente colocaram a empresa numa posição relevante (Womack et al., 1990).

O sistema de produção da Toyota (TPS), foi portanto, desenvolvido na década de 50 e sustenta-se em dois pilares principais; Just-In-Time e autonomation, tendo como condição fundamental a eliminação total dos desperdícios, a inconsistência e o excesso (Ohno, 1988). O modelo de produção da Toyota logo se tornou um processo competitivo para as empresas. O TPS é vulgarmente representado por analogia a uma “casa”. O sistema foi representado neste formato, porque um sistema é tão forte quanto a sua parte mais fraca. Pois uma base fraca ou um pilar fraco torna a casa instável, mesmo quando outras partes são muito fortes. Ou seja, todas as partes trabalham em conjunto de forma a criar um sistema inteiro e seguro (Liker & Morgan, 2006). Na figura 1, está representada a casa do TPS.



Figura 1 - Casa do TPS (adaptado de: Pinto, 2009)

Na casa TPS, a base é representada pela produção nivelada (Heijunka) e processos normalizados, permitem criar estabilidade no sistema. Tem como objetivo a criação de um fluxo nivelado de ordens de produção e cargas de trabalho, possibilitando a padronização de processos e tornando-os estáveis.

Kaizen, significa melhoria contínua, atualmente é uma palavra bastante conhecida a nível mundial, mas quando aplicada nas organizações o seu verdadeiro significado é raramente espalhado por toda a organização. Segundo Jeffrey Liker & Morgan (2006) é necessário perceber a verdadeira definição de kaizen para que toda a empresa se transforme num sistema Lean (Liker & Morgan, 2006).

A característica mais conhecida do TPS é o Just-In-Time, pois proporciona fluxos materiais através de processos mais rápidos, obtendo os componentes certos no lugar certo, no

momento exato. O Jidoka, é o mecanismo menos conhecido, aplicação com dispositivos que permitem realizar a função simples de deteção de um desvio ao padrão e parar para corrigir o problema antes que este se propague.

### 2.1.2 Princípios Lean

James Womack, defende que a filosofia Lean possui 5 princípios:

**Valor** (Value): A tarefa mais importante na especificação de valor é identificar o que acrescenta ou não valor ao produto, conforme os requisitos dos clientes. O que é considerado desperdício para o processo deverá ser removido ou eventualmente eliminado.

**Fluxo de valor** (Value stream): O fluxo de valor identifica um conjunto de ações específicas necessárias num determinado processo desde o conceito de projeto até à expedição. Identificando o que acrescenta ou não valor para o cliente, reduzir ou eliminar se possível todos os processos que não acrescentam valor.

**Fluxo** (Flow): Uma vez que o valor tenha sido especificado com precisão, ou seja redução do que não acrescenta valor, é necessário organizar os processos de modo a criar um fluxo contínuo, sem esperas, stocks e sem qualquer tipo de desperdício.

**Sistema Puxado** (Pull): A produção é puxada pelo cliente, ou seja só é produzido conforme o necessário e quando o cliente assim o desejar. Este sistema permite evitar e eliminar grandes quantidades de acumulações de stocks intermédios e finais.

**Perfeição** (Perfection): O último princípio indica a procura constante da perfeição, ou seja a melhoria contínua, o kaizen. A busca pela perfeição deverá ser um esforço de toda a organização e com processos transparentes que permitam a completa eliminação de desperdícios na cadeia de valor.

### 2.1.3 Tipos de Desperdício

Segundo (Womack), muda é uma palavra Japonesa que significa desperdício. Desperdício é considerado qualquer tipo de atividade que aumentam custos e não acrescentam valor ao produto (Liker, 2004). O primeiro objetivo de negócio de uma empresa para alcançar o sucesso é a eliminação dos desperdícios (Ohno, 1988). No processo de eliminação de desperdícios, é essencial concentrar e identificar as atividades que acrescentam valor das que não acrescentam valor acrescentado (Carvalho, 2008).

Os 7 desperdícios identificados por Ohno e Shingo no sistema de produção são os seguintes:

- **Sobreprodução ou Produção Excessiva:** Produção de quantidades a mais do que o é necessário e sem a requisição do cliente. É considerado o pior dos desperdícios, pois origina outros desperdícios.
- **Esperas:** Referem-se à perda de tempo que as pessoas, equipamentos e materiais estão sujeitos. As esperas podem advir-se a avarias nos equipamentos, falta de informação, falta de matéria-prima ou componentes, entre outros.
- **Transportes:** São referentes às transferências de materiais entre locais dentro da unidade fabril, sendo considerados desnecessários e que não acrescentam valor ao produto. As deslocações na maioria das vezes são necessárias, devido dos transportes de materiais, mas existe normalmente a possibilidade de redução de distâncias.
- **Sobreprocessamento:** Este desperdício refere-se a operações do processo que não são necessários à produção do produto. Devem-se a operações ou processos incorretos; à falta de formação dos operadores na realização das atividades dos processos. De forma a eliminar este desperdício é necessário ter uma otimização na formação dos colaboradores ou a substituição por processos mais eficientes.
- **Stocks:** Consiste em quantidades de materiais bloqueados por um determinado tempo, em locais da unidade fabril, normalmente são locais já estabelecidos para o posicionamento de stocks. Este tipo de desperdício muitas vezes está associado a: falta de organização de layout, tempos excessivos na mudança de ferramentas, existência de gargalos, entre outros.
- **Movimentos:** refere-se aos movimentos originados pelos operadores, que não são necessários para executar as operações e não acrescentam valor. Estas movimentações inúteis devem-se na maioria pela procura de ferramentas, materiais e informações.
- **Defeitos:** o desperdício dos defeitos ou problemas de qualidade resultam de não conformidades. Os defeitos são detetados pelas queixas dos clientes, originam assim retrabalho e esforços. Como consequência a produtividade diminui e o custo dos produtos e serviços aumenta.

## 2.2 Técnicas e Ferramentas Lean

Nesta secção são apresentadas algumas técnicas e ferramentas que suportam a teoria a implementação da filosofia Lean, técnicas como OEE, Comboio Logístico, 5S, Gestão Visual, SMED, Kanban e WID.

### 2.2.1 Overall Equipment Effectiveness – OEE

O Overall Equipment Effectiveness, foi desenvolvido por Seichi Nakajami (1989) e teve origem no Total Productive Maintenance (TPM). A ferramenta foi desenvolvida não só para avaliar a eficiência dos equipamentos mas também para a medição da melhoria contínua dos equipamentos e dos processos produtivos (Silva, 2009).

Nos tempos de hoje, a métrica do OEE, é considerada um Key Performance Indicator (KPI) amplamente utilizado na indústria moderna, o qual permite medir a eficiência de uma máquina, de uma linha de produção ou de uma unidade industrial (Barros & Lima, 2009).

Em 1988 Nakajima evidenciou seis grandes perdas para os equipamentos devido a problemas gerados pelos próprios equipamentos, as perdas são as seguintes (Nakajima, 1988):

- Falha nos equipamentos;
- Mudança/afinação e outras paragens
- Paragens pequenas
- Redução de velocidade
- Defeitos e retrabalho
- Perdas de arranque e mudança de produto

Para o cálculo do OEE recorre-se a 3 índices, a disponibilidade, a performance e a qualidade, obtendo os valores através das seguintes equações:

$$\textit{Disponibilidade} = \frac{\textit{Tempo de funcionamento}}{\textit{Tempo de abertura}} \quad \text{[I]}$$

$$\textit{Performance} = \frac{\textit{Tempo de ciclo ideal} \times \textit{Peças produzidas}}{\textit{Tempo de funcionamento}} \quad \text{[II]}$$

$$\textit{Qualidade} = \frac{\textit{Peças boas}}{\textit{Peças produzidas}} \quad \text{[III]}$$

O valor do OEE, é obtido através da multiplicação dos 3 fatores numéricos:

$$\textit{OEE} = \textit{Disponibilidade} \times \textit{Performance} \times \textit{Qualidade} \quad \text{[IV]}$$

O objetivo do OEE é direcionado apenas para avaliação da eficácia dos equipamentos e nunca na avaliação da eficácia da mão-de-obra (The Productivity Press Development Team, 1999). O cálculo do OEE, permite avaliar os efeitos das ações de melhoria desenvolvidas, identificando alguns dos desperdícios e perdas com o objetivo de tornar os equipamentos mais eficazes, permitindo a geração de maior valor para a empresa (Silva, 2009). A métrica OEE pode ser aplicada como um indicador de fiabilidade do sistema de produção, esta ferramenta permite avaliar os equipamentos de forma a posteriormente ser corrigido, garantindo a melhoria permanente da produtividade e a redução dos custos associados aos equipamentos (Ahuja & Khamba, 2008).

### 2.2.2 Comboio Logístico

O comboio logístico surgiu com a ideia do milk run este funciona através de uma carrinha de mercadoria que fornece a clientes, quantidades exatas de materiais para recolha e entrega, partindo de um determinado armazém local. Este efetua um trajeto estabelecido, com clientes geograficamente próximos e um horário pré-definido de passagem. Isto permite reduzir stocks de materiais e estabelecer prazos previsíveis, mesmo para consumidores variáveis (Baudin, 2004).

O termo mizusumashi surgiu na Toyota e pretendia ilustrar as atividades exercidas pelos operadores nas suas movimentações entre o supermercado e a produção. O termo foi inspirado nas deslocações sucessivas de recolha de alimento e transporte imediato para o local de armazenado do inseto “Water Spider”, em português é conhecido como “Alfate” (Baudin, 2004).

O milk run é desenvolvido para realizar a entrega JIT sem adicionar custo significativo. A frase de Womack & Jones: “ the routing of a supply or delivery vehicle to make multiple pickups for drop-offs at different locations”, ou seja é realizada uma rota em locais perto da produção de modo a facilitar o JIT, permitindo reduzir os stocks, favorecendo os tempos de reposição, proporcionar uma melhor visibilidade do inventário e melhorar a comunicação. (Jung, Chen, & Jeong, 2007). O comboio logístico, está sempre associado ao conceito JIT e por vezes poderá associar-se à metodologia Kanban (Ichikawa, 2009).

Este conceito é aplicado em logística interna no chão de fábrica, no transporte de matérias-primas, produtos acabados e resíduos nas áreas de transformação, montagem e armazéns (Kovács, 2011).



As funções do comboio logístico quando implementado são as seguintes: satisfazer os requisitos de recolha e entrega conforme listas picking ou por kanban; recolher produtos acabados ou intermédios junto das zonas dos postos de trabalho; reunir os materiais necessários no armazém; reposição de componentes no bordo de linha. Realizar um ciclo padronizado e sincronizado conforme as funções acima mencionadas (Pinto, 2009).

O bordo de linha consiste num local de armazenamento de materiais, com um local único e fixo para cada produto, de forma que o operador do comboio logístico realize o fornecimento e recolha o mais rápido possível, garantindo um processo rápido (Pinto, 2009).

Este meio de transporte oferece argumentos de aplicação em relação aos transportes tradicionais, como o uso de empilhadores ou porta-paletes. Segundo (Pinto, 2009) estas são:

- Somente são entregues os materiais que são necessários;
- O abastecimento é planeado realizando um padrão para que não exista qualquer tipo de falhas;
- As falhas aquando do fornecimento de materiais são logo detetadas e retificadas;
- Existe apenas o comboio logístico como manuseador de materiais;
- As entregas são realizadas de acordo com as necessidades de cada posto de trabalho conforme o necessário numa frequência;
- As entregas de materiais são executadas em pequenas quantidades;
- O comboio permite realizar rotas de abastecimento e recolha de materiais num só percurso.

Vantagens da utilização de comboio logístico:

- Simplificação de operações de picking;
- Redução de grandes volumes (com a eliminação de paletes ou contentores junto da linha de produção);
- Aumento da produtividade dos postos de trabalho (devido à dedicação dos operadores às suas funções);

Existem algumas dificuldades de implementação de comboios logísticos quando existe muita diversidade de produtos, grandes quantidades e grandes distâncias a percorrer (Jung et al., 2007).

### 2.2.3 5S

A ferramenta 5S surgiu no Japão em 1960 e foi desenvolvida por Takashi Toyota (Ohno, 1988). O 5S focaliza-se na limpeza e padronização de toda a organização promovendo uma melhoria da rentabilidade, eficiência e segurança, reduzindo todo o tipo de desperdícios de forma a criar um ambiente de qualidade na organização (Moulding, 2010). A metodologia baseia-se em 5 palavras japonesas começadas pelo som “S”, e consiste em limpar, arrumar e organizar os locais de trabalho (Pinto, 2009):

**Seiri** (Organização) – Separar o que é útil do inútil e identificar tudo o que é desnecessário no local de trabalho

**Seiton** (Arrumação) – Determinar um local para cada objeto, ou seja pôr em ordem. Posicionar os objetos de uso mais frequente em locais mais visíveis, como por exemplo identificar os objetos com etiquetas, assim como também o local, de forma a manter sempre o mesmo local.

**Seiso** (Limpeza) – Restringir as zonas do local de trabalho de forma a atribuir uma zona a cada elemento de grupo, seguir com limpeza do meio ambiente de trabalho. Estabelecer um padrão de limpeza.

**Seiketsu** (Normalização) – Constituir uma padrão de arrumação e limpeza, identificar tudo o que for necessário com o auxílio de controlos visuais, procedimentos, normas de limpeza e arrumação. O mesmo padrão deve ser aplicado em toda a fábrica e postos de trabalho.

**Shitsuke** (Autodisciplina) – Estabelecer um controlo da aplicação dos primeiros 4S, de modo a verificar sempre se tudo está no seu lugar, o estado de limpeza, se as ações e inspeções estão a ser realizadas. A verificação deve ser realizada por checklist.

Na figura 2, encontra-se a síntese da aplicação da metodologia 5S, tendo em foco a eliminação de desperdícios.

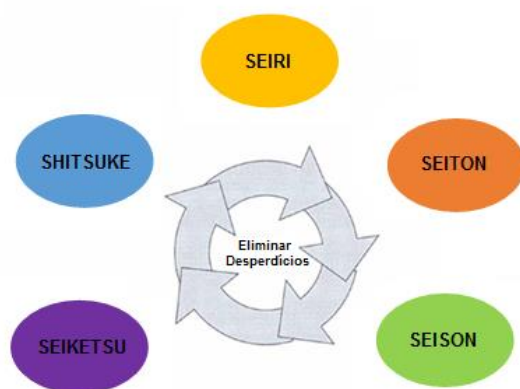


Figura 2 - As 5 etapas da metodologia 5S (adaptado de Liker, 2004)

Na implementação da metodologia 5S é necessário haver o envolvimento de todos os elementos da organização, trazendo benefícios como melhorar a qualidade dos artigos produzidos, a segurança, a eficácia e a diminuição da taxa de avarias (Courtois et al., 2006).

Através da organização, arrumação e limpeza nos locais de trabalho, permite que as empresas eliminem tempos inativos nas mudanças de produtos; diminuição dos defeitos dos produtos; melhoria na qualidade; redução dos custos; entregas mais eficientes aos clientes; promover a segurança, melhoria da manutenção dos equipamentos e diminuição da reclamação dos clientes, o que provoca mais confiança e credibilidade por parte da própria empresa (Hirano & Talbot, 1995). Apesar da ferramenta ser bastante acessível, a sua maior dificuldade debate-se em manter a sua continuidade ao longo do tempo (Monden, 1998).

#### 2.2.4 Gestão Visual

Gestão Visual, ou controlo visual, é um processo que permite apoiar a eficiência e a eficácia das operações, tornando o local de trabalho mais organizado, mais visível, lógico e simples (Pinto, 2009).

Shingo Shigeo, considera dispositivos de controlo visuais como Kanbans, andon (quadros de luzes), códigos de cores, informação e tabelas com indicadores, originando assim uma linguagem simples para que seja perceptível a todos, de forma a descobrir as anomalias mais rapidamente e evitar os desperdícios (Shingo, 1988). Promover a gestão visual é facilitar a indicação e a informação necessária em relação às tomadas de decisão (Pinto, 2009).

Controlos visuais, podem ser benéficos na prevenção de inatividade não planeada, pois podem evitar a ocorrência de falhas nos processos, verificando-se também que quando existe a formação de operadores, estes tenham uma perceção mais rápida e eficaz na absorção da aprendizagem das funções e no uso destas ferramentas (Ortiz, 2006). A informação visual deve ser o mais simples possível para que num instante o operador receba e compreenda toda a informação necessária, sem dúvidas nem hesitações (Hall, 1987; Pinto, 2009).

A gestão visual ajuda as empresas nos seus compromissos com os clientes, no controlo dos valores de WIP e também nas falhas de comunicação, possibilitando um meio mais simples de apresentar a chave de negócio, em que os operadores possam ser mais rápidos e tudo está no lugar certo ao longo da empresa (Ortiz, 2006).

A grande vantagem do controlo visual é a implementação de sistemas simples e intuitivos que auxiliam as pessoas a melhor gerir e controlar os processos, evitando erros, desperdícios de tempo e dando-lhes mais autonomia (Pinto, 2009).

#### 2.2.5 SMED, Single-Minute Exchange of Die

##### **Origem da metodologia**

Single-minute Exchange of Die (SMED), surgiu na década dos anos 50 na Toyota, com o objetivo de eliminar o tempo excessivamente elevado nas mudanças das prensas utilizadas na estampagem de peças dos automóveis na Mazda Toyo Kogyo. De forma a eliminar esta perda o engenheiro Shigeo Shingo efetuou um estudo intensivo durante 19 anos no local das prensas de modo a perceber os problemas responsáveis por esta situação (Shingo, 1985). Shigeo Shingo dividiu as operações de mudanças de molde em dois tipos diferentes: setup interno e setup externo, referente à primeira fase da metodologia. O setup interno refere-se às operações realizadas apenas quando a máquina está parada e o setup externo refere-se às operações que podem ser executadas quando a máquina se encontra em funcionamento. A segunda fase teve origem em 1957 no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries em Hiroshima, onde teve a ideia da duplicação de ferramentas, devido ao tempo perdido na afinação das ferramentas. Este propósito permitiu que a afinação das ferramentas se realizasse em paralelo durante a operação de setup, verificando-se assim ganhos de tempo em cerca de 40%. A terceira e última fase, foi desenvolvida em 1969 quando Shigeo Shingo visitou a Toyota Motor Company e deparou-se com um tempo de setup de 4 horas, em que através de uma análise com as pessoas dedicadas a esta operação, foi possível diminuir para 3 minutos (Shingo, 1985).

##### **Descrição da Metodologia**

A metodologia SMED é uma metodologia que consiste na utilização de um conjunto de técnicas para reduzir o tempo da execução dos setups dos equipamentos. O objetivo da expressão “single-minute” é a procura de tempos de setup inferiores a 10 minutos, ou seja valores de mudança de molde com um dígito apenas. Shigeo Shingo refere que esta ferramenta é aplicável a uma variedade de indústrias, dependendo do tipo de operação e de equipamento.

A aplicação desta ferramenta consiste em 3 fases, que estão referidas na figura 3, bem como as técnicas referentes a cada estágio e as alterações de setup interno e externo ao longo da aplicação da ferramenta.

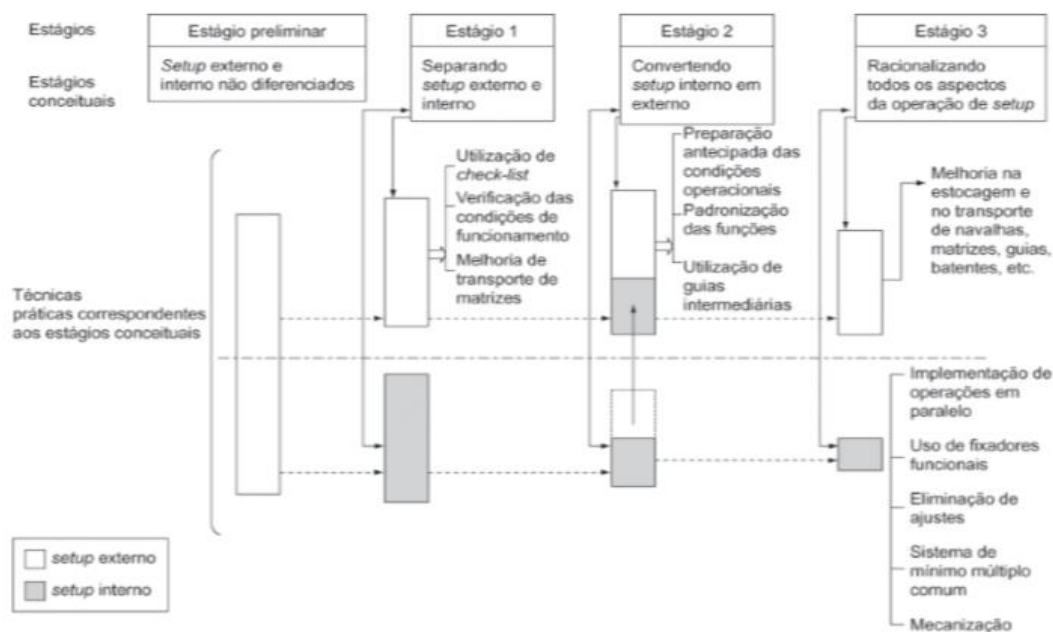


Figura 3 - Estágios da metodologia SMED (Shingo, 1985)

### Estágio Preliminar

No estágio preliminar não é realizado qualquer tipo de separação de setup. Consiste em analisar e estudar o processo do setup atual detalhadamente. Através de meios como: observações, diálogos com os operadores responsáveis por estas operações, vídeos e cronometragem (Shingo, 1985).

### Estágio 1

Shigeo Shingo, considera o estágio 1 como sendo a etapa mais importante durante a aplicação da metodologia SMED, pois o objetivo desta é distinguir o setup interno, operações realizadas com a máquina parada, do setup externo, as operações que são realizadas com a máquina em funcionamento. Também refere que é possível reduzir o tempo de setup interno entre 30-50%, em que o total domínio da distinção das operações internas e externas são o passaporte para alcançar o sucesso da ferramenta (Shingo, 1985).

As três técnicas aplicadas neste estágio são:

- Checklist: realizar lista com a indicação das necessidades para a realização da operação de setup, necessidades como: ferramentas, parâmetros de afinações, quantidade de operadores, equipamentos, entre outros.
- Verificação das condições de funcionamento: verificação dos equipamentos, matérias-primas e componentes se estes se encontram em boas ou más condições.
- Melhoria de transporte: melhorar transporte e planeamento antes da realização de setup.

## **Estágio 2**

A aplicação do estágio 1 não é suficiente para atingir a meta de tempo proposta pela metodologia. Sendo necessário reexaminar novamente as operações de modo a verificar se existe alguma operação que se tenha mantido em interna, efetuando um esforço para converter estas atividades em setup externo (M. Sugai, McIntosh, & Novaski, 2007) . Para Shingo é importante analisar as operações internas, pois muitas das vezes estão vinculadas a velhos hábitos. Com a implementação deste estágio pode-se obter melhorias a rondar os 10-30% do total de setup interno (Shingo, 1985).

As técnicas aplicadas neste estágio são:

- Preparação antecipada de operações: preparar materiais, equipamentos, ferramentas antes de a máquina parar;
- Normalização de funções: procurar com que as mudanças de um produto para o outro sejam as mínimas;
- Utilização de jigs intermédios: fixar estruturas idênticas utilizadas no mesmo setup.

## **Estágio 3**

Shigeo Shingo refere que o “single minute” pode ser alcançado através da conversão de setup interno em externo, no entanto para muitos casos não é uma realidade. No último estágio requer-se um esforço de modo a agilizar cada operação interna em externa, realizando uma análise detalhada e racional de cada operação elementar (Shingo, 1985).

As técnicas aqui aplicadas são:

- Implementação de operações em paralelo: colaboração de outros operadores com as tarefas;

- Utilização de fixadores rápidos: dispositivos de fixação de objetos com funcionalidade simples e rápida;
- Eliminação de ajustes e afinações: eliminar por completo os ajustes e afinações de equipamentos;
- Automação: transformar operações manuais em operação automáticas.

A implementação da metodologia SMED, permite uma maior segurança nos postos de trabalho, reforçando a competitividade da empresa (The Productivity Press Development Team, 1996). A aplicação da ferramenta também permite criar e simplificar um modelo padrão das operações de mudança de molde e reduzir a necessidade da participação de operadores não especializados nos processos de setup (Ulutas, 2011).

#### 2.2.6 Kanban

A metodologia do sistema Kanban surgiu da ideia do supermercado, desenvolvida na Toyota por Taiichi Ohno, para gerir o fluxo da produção e materiais num processo de JIT. Consiste na utilização de um cartão que contém informações pickup, informações de transferência e informações de produção (Ohno, 1988). O sistema da Toyota é considerado único e incomparável, pois o pensamento que está por trás dele e o método de aplicação tem sido aperfeiçoado depois de longos anos de tentativa e erro. Para implementar e se envolver no sistema Kanban é necessário alterar os métodos de realizar as atividades (Lu & Kyōkai, 1989).

O sistema Kanban é um método de produção just-in-time que utiliza cartões para indicar necessidades de transferência ou produção de determinadas quantidades de produto (Cimmorelli, 2013). A metodologia kanban além de controlar as operações, coordena e disciplina o sistema pull, sendo possível identificar dois tipos de kanbans, o kanban de produção e o kanban de transporte. Em cada kanban para realizar produção ou transporte é necessária uma autorização, ou seja um cartão com a sinalização indicada (Dennis, 2007; Pinto, 2009). Na figura 4 estão representados dois exemplos de cartão kanban, quer para a produção ou para o transporte.

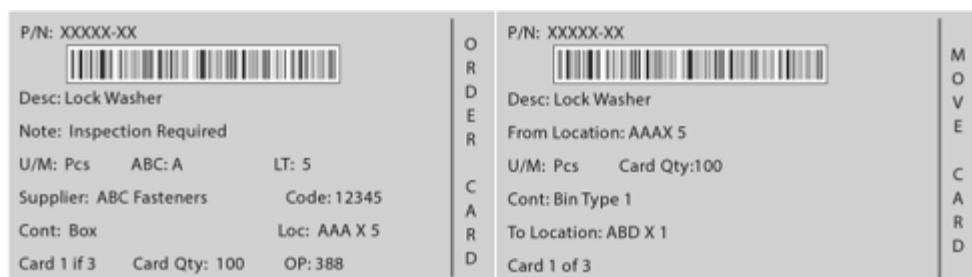


Figura 4 - Exemplos de kanbans referentes à produção (esq.), e ao transporte (dir) (adaptado de: Cimerolli, 2013)

É uma ferramenta aplicada para obter um sistema de produção sincronizada (Takeda, 2006). A metodologia é simples e tem como objetivo principal controlar e equilibrar o fluxo de produção, stocks e abastecimento de linhas. Quando existe consumo de um determinado produto, o kanban tem como função informar ao fornecedor que o produto foi consumido e terá de produzir essa mesma quantidade, produzindo apenas as quantidades necessárias no prazo certo, impedindo a produção de elementos não requisitados (Gross & McInnis, 2003). Realizar o sistema descrito, sempre de forma confiável, consistente e com garantia de qualidade (Cimorelli, 2013).

A essência da metodologia está na transmissão da informação de forma simples e visual de modo que a perceção do funcionamento seja imediata. O sinal kanban assume várias formas tais como: cartão, marcas pintadas no piso, sistema de duas caixas, identificação luminosa, kanban eletrónico e modelo gravitacional (Pinto, 2009).

Através da implementação do sistema de kanban é possível obter benefícios tais como: simplicidade no processo, baixo custo, agilidade, reduzir o inventário, minimizar o desperdício, melhoria da produtividade industrial, delegação da responsabilidade, melhoria na comunicação, melhoria acelerada e permitir o JIT (Cimorelli, 2013). Um sistema kanban para ser bem-sucedido necessita essencialmente da aplicação da filosofia JIT (Oakland, 1994).

### 2.2.7 Waste Identification Diagrams

O Waste Identification Diagrams (WID) é um novo modelo de representação gráfica para as unidades de produção, sendo desenvolvido no Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho. É uma ferramenta que permite identificar e destacar os tipos de desperdícios mais frequentes na unidade fabril, fornecendo informações aos responsáveis das organizações de uma forma mais imediata e perceptível. A metodologia tem como objetivo efetuar o diagnóstico dos sistemas produtivos, de forma a descrever o atual sistema, identificar desperdícios e avaliar o desempenho. É uma ferramenta fácil de entender, com um



diagnóstico visual imediato dos potenciais desperdícios e também é uma ferramenta usada para melhoria contínua.

A representação dos processos é realizada através de blocos e as setas simbolizam o esforço de transporte aplicado num determinado posto de trabalho. Expõe também visualmente os tempos de produção, capacidade ociosa, o esforço do transporte, tempos de troca e níveis de trabalho em curso de fabrico.

No processo de desenvolvimento da ferramenta foram considerados dois fundamentos importantes, a gestão visual e a lei de Little (Little, 1961), o balanceamento, o esforço do transporte e o tempo de setup. Na figura nº 5 está a representação da aplicação de diagramas e setas, assim como a restante informação requerida na aplicação da metodologia.

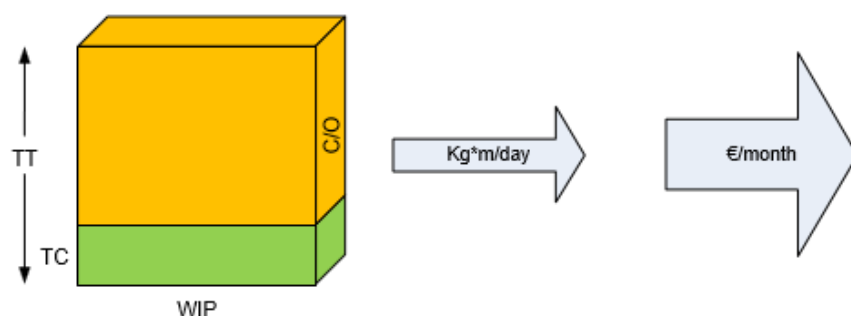


Figura 5 - Ícones aplicados na representação do Diagrama WID (retirado de: Sá et al., 2011)

Cada bloco exibe um processo ou um grupo de processos (estação de trabalho, célula de produção ou qualquer tipo de unidade de produção) direcionado por setas (transporte) a outros blocos. O dimensionamento de cada bloco é influenciado pelas seguintes variáveis: Takt time (TT), tempo de ciclo (TC), trabalho em curso (WIP) e o tempo de setup (Ts) ou (C/O). A largura do bloco corresponde ao WIP do processo, a altura ao Takt time, a parte a verde é referente ao tempo de ciclo e profundidade ao tempo de setup, caso exista no processo.

A seta de transporte expõe o esforço necessário para a movimentação de produtos entre processos, a espessura do bloco varia conforme o esforço de transporte associado às movimentações, este valor é medido por (metros×kg), ou qualquer outra medida de esforço.

A ferramenta também possui indicadores de desempenho que permitem efetuar uma análise da ocupação de mão-de-obra, avaliando deste modo as atividades que acrescentam valor das que constituem desperdícios para o processo (Sá, Carvalho, & Sousa, 2011).

### 2.3 Resistência à Mudança

Atualmente as empresas querem-se tornar cada vez mais competitivas, e de forma a responderem ao mercado em que estão inseridas, tem de possuir estratégias de negócio relevantes e capazes de tornar a empresa em grande destaque. Lean Production tem sido desenvolvido desde a década de 50 e tem sido aplicado aos mais diversos tipos de negócios, exigindo das organizações o conhecimento suficiente das suas próprias metas e objetivos, de forma a obter o desempenho desejado (Doolen & Hacker, 2005; Melton, 2005). Alguns dos benefícios da aplicação de ferramentas Lean são: diminuir os prazos de entrega aos clientes; melhoria de gestão de conhecimento; reduzir stocks; reduzir lead-times; reduzir o desperdício dos processos; diminuir o retrabalho e aumentar a poupança financeira (Melton, 2005). No entanto muitas empresas não reconhecem os benefícios da implementação e a mudança por vezes torna-se um processo complicado. A mudança quanto mais rápida for, mais rápido é possível obter benefícios e melhorar o desempenho de uma organização. Quando uma empresa está em conversão Lean é necessário que toda a organização siga o mesmo caminho e que exista mudança de pensamentos e atitudes, ou seja, que toda a empresa permaneça a “bordo” e que o esforço seja persistente para a mudança (Pinto, 2009). Deve-se ter em conta os fatores que influenciam os colaboradores mais diretamente envolvidos nas mudanças, pois são estes os mais resistentes à mudança, devido às suas crenças, aos seus métodos de trabalho anteriormente aplicados e à sua dedicação (Losonci, Demeter, & Jenei, 2011), tentando encontrar soluções para contornar estas situações (Hines, Found, Griffiths, & Harrison, 2011). Para Courtois (2006), existem fatores importantes para a mudança, fatores como a comunicação, a formação e a motivação. Na comunicação é necessário desenvolver um sistema de comunicação escrito, visual e oral de forma clara e eficaz. A formação é essencial nas empresas para que provoque uma modificação dos comportamentos, uma cultura aberta para que as pessoas aprendam e tenham prazer em aprender. A motivação é considerada o catalisador da ação, esta cria-se, trabalha-se e mantém-se. Não basta apenas motivação mas sim envolvimento de toda a organização para se mudar algo, contudo, a gestão de topo deve garantir o comprometimento dos colaboradores através da confiança na mudança, fornecendo a informação necessária nas suas decisões, na aprovação de novas crenças e apoio de todas as necessidades (Losonci et al., 2011).

### **3. DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

Este capítulo apresenta a empresa Inoveplastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos Lda. onde decorreu este projeto de dissertação e introduz uma breve explicação do processo de injeção.

#### **3.1 História da Empresa**

A empresa foi implementada em Janeiro de 2006, dedicando-se à produção de peças plásticas técnicas para indústria automóvel, fornecendo aos clientes produtos de grande qualidade. A sociedade inicial era composta por 4 sócios, constituindo-se os próprios como administradores da organização. Inicialmente a zona de produção era bastante limitada, constituída por apenas uma máquina de injeção e 3 colaboradores, tendo no ano que se seguiu conquistado clientela e necessidade de expansão do seu espaço fabril, o que veio a acontecer em setembro de 2007, com a implantação da sua unidade fabril, já com algumas linhas de montagem. Em 2009 a sociedade reduziu-se a 3 elementos, composição que se manteve até ao presente. Em 2013 a empresa adquiriu uma nova unidade fabril, a Tekl, S.A. em Vila Nova de Gaia, que se destina à fabricação de componentes e acessórios para a indústria automóvel, nomeadamente faróis.

A Inoveplastika desenvolveu-se e cresceu não só a nível económico, como também na qualidade dos seus produtos, na eficácia de fornecimento, tendo sempre como ponto de referência a produção de produtos apenas no ramo automóvel. A empresa possui um sistema de rastreabilidade por impressão de código de barras por jato de tinta, desenvolvido pela própria empresa e implementado nos seus processos. Este sistema consiste na identificação das peças que cumprem as especificações após injeção, a que se segue a colocação de um código de barras automaticamente por um robot.

Atualmente a unidade fabril, possui um projeto de acréscimo da unidade fabril, ou seja a construção de uma nova nave industrial, adjacente à nave atual, com o intuito de expandir o armazém e organizar de forma mais eficaz as restantes áreas organizacionais.

#### **3.2 Identificação e Localização da Empresa**

A Inoveplastika – Inovação e Tecnologia em Plásticos Lda., é uma empresa portuguesa que se dedica ao fabrico de produtos por injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel, assim como também procede ao processo de montagem de alguns componentes.

A empresa está sediada no concelho de Barcelos na freguesia da Várzea. Na figura 6, encontra-se uma fotografia exterior da fábrica.



**Figura 6 - Inoveplastika - Inovação e Tecnologia em Plásticos Lda**

A empresa tem crescido no mercado nacional e internacional, e conseguido alguma inovação das suas tecnologias de processo. Nos dias de hoje é uma empresa capaz de corresponder às necessidades de mercado, com qualidade e produção de múltiplos tipos de peças. Atualmente a empresa tem cerca de 110 colaboradores e uma área fabril de 4000m<sup>2</sup>, perfazendo, com a sua área envolvente, um total de 6700m<sup>2</sup>.

### **3.3 Missão, Estratégia e Política da Qualidade da Empresa**

A Inoveplastika, tem como missão: “dedicar-se à produção por injeção de componentes em materiais plásticos, tendo como objetivo principal a conquista de uma posição concorrencial interessante, conseguida através da introdução de produtos com grande valor acrescentado”.

A sua estratégia é fortalecer a sua posição no mercado, mantendo-se atenta às alterações e inovações tecnológicas permitindo redefinir-se face a estas mudanças. A sua dedicação orienta-se por alcançar a preferência como fornecedor de produtos, recorrendo ao máximo da sua capacidade técnica e do potencial inovador da organização, solicitando dos seus colaboradores empenho e dedicação.

O cumprimento dos requisitos do cliente, regulamentações, melhoria contínua e qualidade fazem parte da responsabilidade, sustentando a política de qualidade da empresa.

### **3.4 Estrutura Organizacional**

Na figura 7, apresenta-se um excerto do organigrama da empresa, onde é possível identificar as principais áreas da organização.

A Inoveplastika é coordenada e gerida pela Administração e Direção Geral. A unidade empresarial é constituída por 7 áreas: os recursos humanos que auxilia a administração e

direção geral, administração/financeiro, técnico/comercial, processo, manutenção, logística e gestão da qualidade.

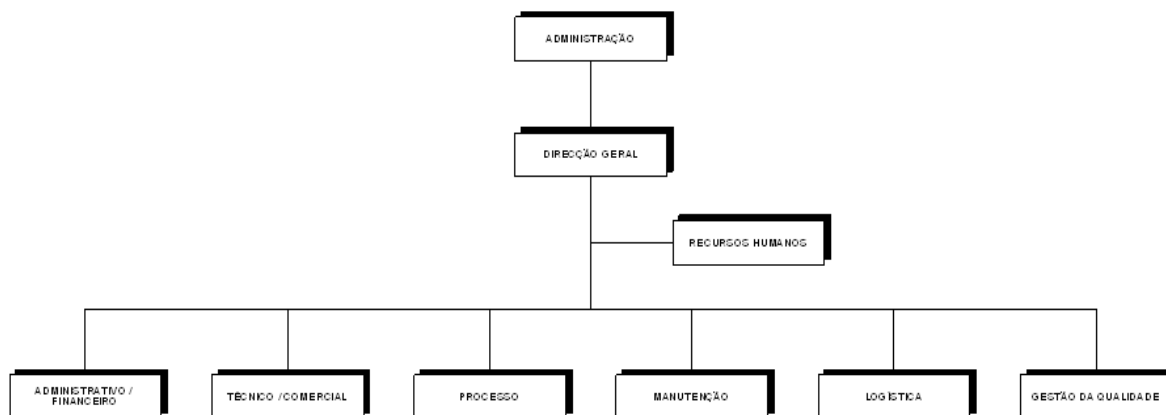


Figura 7 - Excerto do Organograma geral da Empresa

No anexo I, encontra-se o organograma geral da empresa, que apresenta todas as áreas funcionais da organização.

### 3.5 Principais Mercados

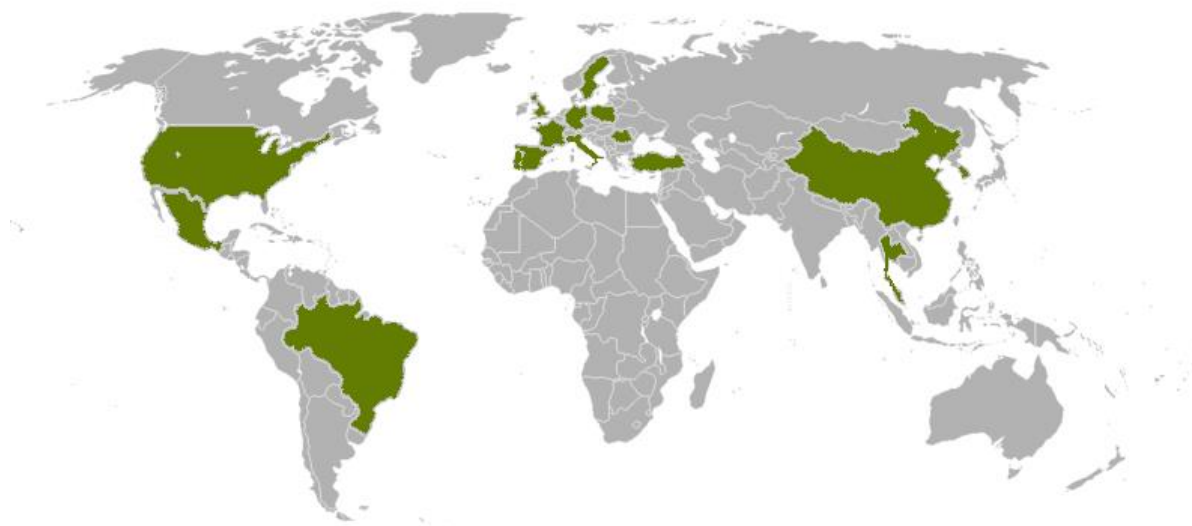


Figura 8 - Mercado de atuação da Inoveplastika

A Inoveplastika, tem clientes nacionais e internacionais. A grande parte da sua produção é dirigida ao setor nacional (cerca de 51%), uma parte significativa é exportada para a Europa (aproximadamente 27%) e o restante exportado para países da América e da Ásia, conforme ilustrado nas zonas esverdeadas da figura 8.

### 3.6 Principais Clientes e Concorrentes

Atualmente a exigência de mercado tem vindo aumentar e a competição entre empresas também tem vindo a crescer. Para manter a total satisfação dos clientes, a Inoveplastika calcorreia uma política rigorosa de qualidade dos seus produtos, assim como no cumprimento estrito dos prazos de fornecimento dos produtos. A figura 9 lista os principais clientes da empresa.



Figura 9 – Principais clientes da empresa

Os principais concorrentes estão apresentados na tabela 1. A lista exaustiva dos concorrentes da Inoveplastika em Portugal encontra-se no anexo II.

Tabela 1 - Principais Concorrentes da empresa

Concorrentes
Inplas, SA
IBER OLEFF
Plastaze, SA
Plásfil, SA
Microplásticos, SA

A Inoveplastika, é uma empresa relativamente recente e encontra-se em expansão quer a nível fabril como em produção, tornando a empresa numa posição mais competitiva no seu mercado de atuação.

### 3.7 Produtos

A empresa, produz peças técnicas designadamente para a indústria automóvel e aplica matérias-primas como:

- Termoplásticos de alta performance
- Elastómeros
- Termoendurecíveis
- Silicone LSR-Liquido

Os produtos podem conter uma variedade de características tais como:

- Componentes de bi-injeção
- Peças termo elastómeras, plásticas, silicones
- Peças com aplicação de propriedades metálicas

Dentro da vasta gama dos produtos desenvolvidos na Inoveplastika, alguns elementos diferenciadores são a cor, formato, tipo de matéria-prima, destacando-se alguns desses produtos na figura 10.



Figura 10 - Exemplos de produtos injetados

A empresa continua a apostar em novos projetos afim de conseguir acompanhar a evolução dos seus clientes, tendo como foco a satisfação total destes.

### 3.8 Layout Fabril e Processo de Injeção

A empresa tem o seu Layout implementado de forma a ter o menor custo de transporte possível, assim como o seu processo está definido e documentado no Manual da Qualidade para ser seguido de igual forma por todos os colaboradores.

#### 3.8.1 Layout Fabril

A unidade fabril da Inoveplastika (4000m<sup>2</sup>) está dividida em 7 zonas, descritas na figura 11, destacando-se a zona limitada a cor azul - Injeção.

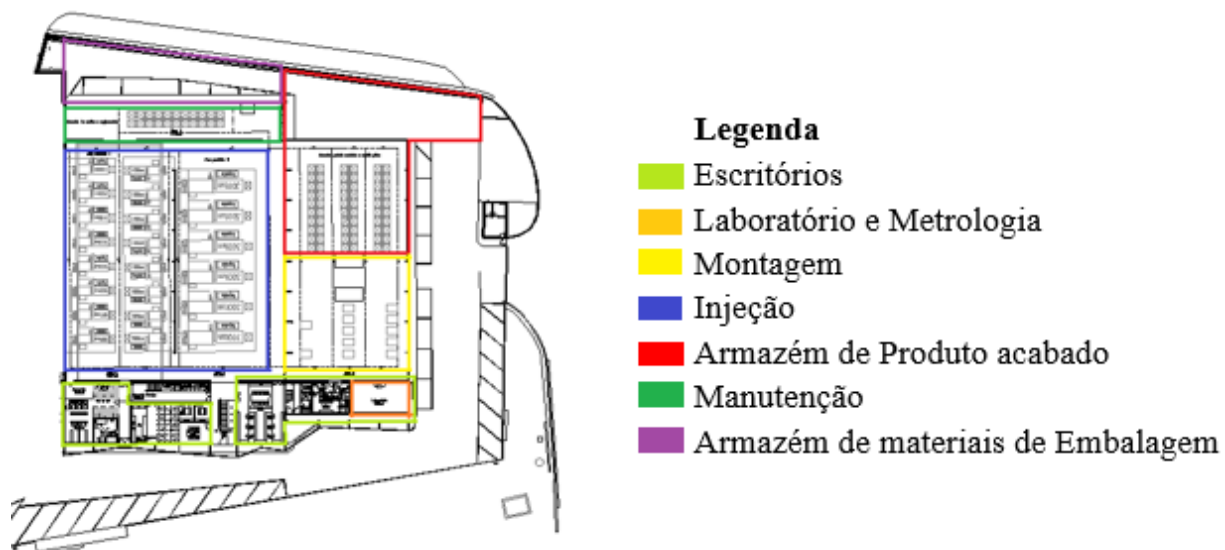


Figura 11 - Layout atual da unidade fabril

Os Layouts das secções de injeção e montagem tem sofrido alterações desde o início da implementação da empresa, pois a produção tem aumentado, destacando-se mais a injeção pelo aumento de máquinas de injeção.

### 3.8.2 Processo de Injeção e Molde

**O processo de injeção** consiste basicamente em aquecer o material plástico (matéria-prima) até atingir a temperatura ideal, e com o auxílio de um parafuso transportá-lo até à cavidade do molde, onde este é conformado na forma desejada. Na imagem 12, contém um exemplo de uma máquina de injeção aplicada na unidade fabril.



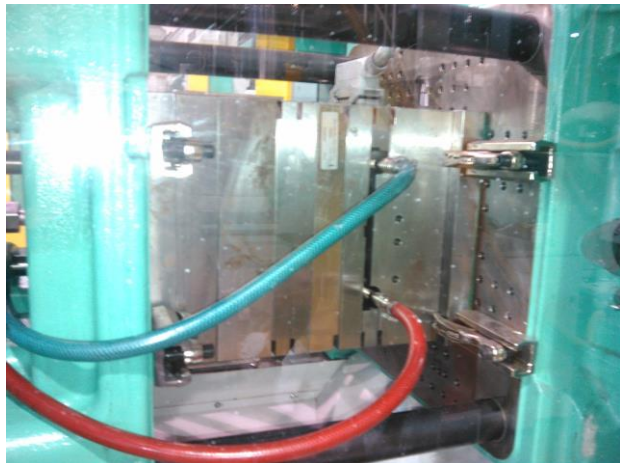
Figura 12 - Máquina de injeção

### Molde

O molde é usado para moldação de peças plásticas. É constituído por diversas placas de aço e no interior contém a cavidade que dá a forma da peça. A sua constituição permite a injeção, o



arrefecimento e a extração das peças. Apesar dos moldes serem em aço é necessário realizar a sua manutenção e adequada utilização evitando a respetiva degradação. Na figura 13, encontra-se um exemplo de molde aplicado nas máquinas de injeção da empresa.



**Figura 13 - Molde de injeção**

A empresa tem uma secção dedicada à manutenção de moldes onde são realizadas reparações, melhorias do formato do molde, avarias e todo o tipo de reparações.



## 4. DESCRIÇÃO E ANÁLISE DO SISTEMA DE PRODUÇÃO

O presente projeto foca essencialmente na secção de injeção, adicionalmente também na secção de montagem devido às falhas existentes e à inexistência de registo de tempos de processamento. Numa primeira fase será descrita a situação atual destas secções, assim como o fluxo de informação e de materiais, de seguida efetua-se uma análise crítica ao sistema de produção.

### 4.1 Caracterização da Secção de Injeção

A secção de injeção destinada à produção de componentes poliméricos localiza-se na chamada zona de produção, representada na figura 14. Esta secção opera 7 dias por semana, 24 horas por dia. Durante a semana existem 3 turnos, cada um dos quais com 8 horas de trabalho. Os turnos funcionam no seguinte horário: 06:00 às 14:00, 14:00 às 22:00 e das 22:00 às 06:00. Aos fins-de-semana operam 2 turnos, cada um dos quais com 12 horas de trabalho, e horários: das 06:00 às 18:00 e das 18:00 às 06:00, sendo contemplados intervalos de descanso e de refeições. Cada turno à semana é constituído por 12 colaboradores, e 8 nos turnos do fim-de-semana. Durante a semana existe a colaboração de uma equipa de 3 elementos que é responsável pelas mudanças de moldes, manutenções pré-estabelecidas, limpeza de moldes e de equipamentos auxiliares às máquinas de injeção. Contêm também um responsável por toda a unidade, o chefe de produção. Esta equipa labora das 08:00 às 17:00 horas.



Figura 14 - Secção de Injeção

A secção de injeção é constituída por 36 máquinas de injeção, estando posicionadas em 4 linhas, as máquinas possuem características entre [40 a 460] toneladas, que corresponde à capacidade de fecho de molde, estando distribuídas aleatoriamente. No anexo III, encontra-se a disposição, assim como o número de identificação de cada máquina. As máquinas de injeção estão equipadas com um robot de manuseamento, 3 das máquinas são *multi-component 2k*, uma máquina rotativa vertical, algumas possuem o sistema de rastreabilidade por impressão de código de barras por jato de tinta, marcação *laser in moulding* e equipamentos de reciclagem *close loop*.

Nesta secção também existe uma zona chamada de “Muro da Qualidade”, que consiste no controlo da qualidade dos produtos. Sempre que é necessário realizar uma inspeção mais rigorosa, ou verificar algum tipo de defeito, os produtos são encaminhados para esta zona. A zona de manutenção encontra-se junto da secção de injeção, permitindo realizar todo o tipo de manutenção aos moldes existentes na fábrica e também no auxílio imediato, em casos de avarias de moldes e equipamentos da produção.

#### 4.1.1 Processo Produtivo e Produtos Produzidos

A figura 15, ilustra o fluxograma genérico do processo da zona de injeção. O processo consiste na introdução de matéria-prima na máquina de injeção e quando obtidas as condições ideais para a transformação do material, este é injetado e é obtida a moldação da peça, a que se segue a extração do produto final.



Figura 15 - Fluxograma genérico do processo produtivo

A empresa produz uma diversidade de produtos com as mais variadas formas, características e propriedades. As diferentes matérias-primas utilizadas nesta unidade fabril englobam as seguintes siglas: PA, PBT, POM, PC, PC/ABS, PPS, PEEK, PSU, TPU, PF, UP. As características dos materiais poliméricos dos produtos finais são: elastómeros, termoplásticos

e termoendurecíveis. Entre os diversos processos de injeção obtêm-se peças de bi-injeção, sobre-moldação, peças para decorar e de precisão. Pode-se verificar um valor de 60% de peças de precisão produzidas nesta unidade fabril.

Os produtos finais requerem um controlo de qualidade logo após a injeção. Os operadores verificam os defeitos conforme a gama operatória (separando as peças não conformes e as peças conformes), existem peças que requerem um cuidado de manuseamento mais delicado, separação rigorosa de peças (devido às funções da peça em questão, como por exemplo quando é necessário separar peças com posição esquerda e posição direita), extração de gitos, aplicação de componentes externos à injeção.

#### 4.1.2 Postos de Trabalho da Secção de Injeção

Atualmente a distribuição de operadores pelas máquinas de injeção é realizada em função das necessidades de produção em cada dia. Semanalmente existem 11 colaboradores e um chefe de equipa em cada turno. Os colaboradores dos turnos ao fim-de-semana têm de efetuar turnos de 12 horas, e também realizam 1 turno de 12 horas num dia de semana.

As máquinas são bastante autónomas e a maioria é auxiliada por um robot que efetua a extração dos produtos do molde e os posiciona em bancadas para posterior controlo de qualidade e embalagem. Nas máquinas em que não estão equipadas com robot, as peças são encaminhadas para uma passadeira rolante, que facilita a recolha dos produtos pelo operador. Nestes tipos de máquinas, é possível ter um operador a controlar mais do que uma. No entanto existem alguns processos, como a sobre-moldagem e a injeção rotativa vertical, que requerem um operador dedicado. Nestes processos é necessário que o operador aplique um componente externo na máquina e também na extração de peças do molde. Quando a cadência de peças de injeção é maior, i.e. possui um tempo de ciclo inferior, ou o molde possui um maior número de cavidades, é necessário um operador dedicado.

As funções executadas pelos operadores são influenciadas pelo tipo de máquina a que estão alocados, no entanto existem funções comuns a todos os operadores, i.e. que são independentes do tipo de máquina.

Fatores que dependem da máquina:

- Extração de produtos do molde
- Adição de componentes externos à injeção (componentes metálicos)
- Verificação de peças (controlo de qualidade rigoroso) e colocação de etiqueta peça ok

- Separação de peças (situações em que existem peças com lados opostos, com diferente especificidade da funcionalidade)
- Retirar “gitos” de injeção
- Tempo de colocação de produtos na embalagem (devido à cadência rápida de saída de peças injetadas)

Fatores independentes da máquina, (atividades realizadas por todos os operadores independentemente da máquina a que se encontre alocado)

- Trabalhar de acordo com a gama de fabrico e a gama de embalagem
- Recolha de materiais de embalagem (caixas, sacos, paletes, ...) no armazém de materiais de embalagem
- Verificação de peças (controlo de qualidade)
- Colocação de produto acabado na embalagem (pré-final ou final)
- Colocação de embalagem na paleta (paletização)
- Transporte da paleta para a zona de produto acabado
- Limpeza do posto de trabalho

As máquinas mais exigentes (com funções dos fatores dependentes) podem requerer a alocação de um operador dedicado a uma ou até um máximo de duas máquinas, e máquinas com funções mais simples pode requerer a alocação de um operador dedicado até um máximo de 5 máquinas. Os trabalhadores são distribuídos pelas máquinas de injeção, pelo chamado “Muro da Qualidade” e também pela operação de remoção de gitos em peças acabadas (quando necessário). Normalmente são alocadas duas pessoas ao “Muro da Qualidade”, ou seja ao processo de controlo de qualidade mais rigoroso, que depende do tipo de peças produzidas no momento.

A equipa de setup, é constituída por 3 pessoas que se dedicam somente às trocas de molde, limpeza de equipamentos, manutenções permanentes e pré-estabelecidas. Esta equipa opera conforme os requisitos diários de troca de produto usando instruções de trabalho específicas ao tipo de molde, afinação e arranque da máquina. Atualmente as trocas de molde realizam-se em média 4 vezes por dia nas máquinas de [40-150] ton. e 3 vezes por dia nas máquinas de [200-460] ton.

## 4.2 Caracterização da Secção de Montagem

A secção de Montagem é constituída por 3 linhas, com 12 postos de trabalho, que operam conforme o planeamento de produção e os requisitos do cliente. Esta secção dedica-se à montagem de peças provenientes da secção de injeção. Existe uma variedade de operações de montagem de produtos nos diferentes postos, assim como uma variabilidade na forma como se efetua a alocação de pessoas aos postos. O horário desta secção é das 08:00 às 17:00 horas, com as devidas pausas para descanso e almoço. Atualmente é constituída por 16 colaboradores mais a supervisora.

A localização desta secção está representada na figura 16, as linhas a amarelo simbolizam o posicionamento das paletes (palete de peças a montar e palete de produto acabado) junto dos postos de trabalho. O local onde o armazém coloca paletes com produto a entrar em produção (a montar), está identificado pela sigla (P.E.P) e o local onde o armazém recolhe o produto acabado para expedição ou para armazenamento está identificado pela sigla (P.A).

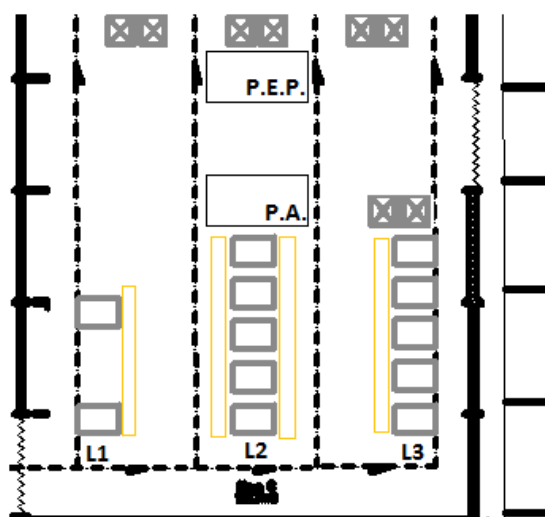


Figura 16 - Layout da secção de montagem

Cada posto de trabalho dedica-se à produção de uma determinada referência (peça), e quando concluída essa referência passa a produzir uma nova referência. Podem existir afinidades entre referências consecutivas, como por exemplo produtos para o mesmo cliente, semelhança nas peças, semelhança no processo, na utilização do mesmo equipamento (máquinas, ferramentas) e até ao nível do número de operadores requeridos para a realização do processo. Contudo encontram-se regularmente um ou dois produtos que estão em produção numa base diária, em postos fixos.

#### 4.2.1 Processo Produtivo e Produtos Produzidos

Os processos efetuados na zona de montagem resultam das seguintes transformações:

- Adição, manual ou automática, de um ou mais componentes (molas, pinos, esponjas,...);
- Encaixe de duas peças;
- Colocação de peças em suportes para pintura (Racks);
- Rebarbagem de peças;
- Inspeção de peças
- Realização de testes elétricos

Os produtos são provenientes da secção de injeção, mas nem todos os produtos sofrem o mesmo tipo de processo, existindo grupos de produtos que possuem processos de montagem semelhantes. Os produtos que necessitam montagem representam 17% do total produzido na empresa.

#### 4.2.2 Postos de Trabalho da Secção de Montagem

A distribuição dos colaboradores pelos postos de trabalho nesta secção é feita diariamente em função das necessidades de produção. A diversidade de operações de montagem existente nesta secção, fruto de uma variedade elevada de produtos, requer operadores versáteis e ágeis, pelo que as pessoas que melhor exibem estas características são alocadas a produtos de montagem mais complexa, ao passo que os colaboradores mais recentes são alocados à montagem de produtos mais simples. Os processos mais simples, como encaixe de duas peças, requerem vulgarmente apenas uma pessoa, já os mais complexos podem envolver mais do que uma.

Os operadores desta secção para além de realizarem as atividades que constam da instrução de trabalho, são também responsáveis pela recolha do material de embalagem do armazém (caixas, paletes, sacos,...), assim como retorno de sobras. Adicionalmente procedem à colocação da paleta de material no seu posto de trabalho e também colocam a paleta de produto acabado num ponto específico junto ao armazém. Procedem também ao controlo de qualidade dos produtos, efetuam a paletização e limpeza do posto de trabalho.

### 4.3 Abastecimento de Materiais

O abastecimento de matéria-prima às máquinas de injeção é efetuado pelos colaboradores do armazém. Quando é lançada uma ordem de fabrico os responsáveis do armazém transportam a



quantidade requerida de matéria-prima para os desumidificadores que se encontram atrás das máquinas de injeção. Em relação ao abastecimento de materiais de embalagem, cada operador de um determinado posto de trabalho é responsável por recolher do armazém de materiais de embalagem (M.E.) os materiais necessários correspondentes à gama de embalagem do produto. A figura 17, representa o fluxo de materiais na unidade fabril, desde a matéria-prima até à expedição do produto, atravessando as diversas secções.

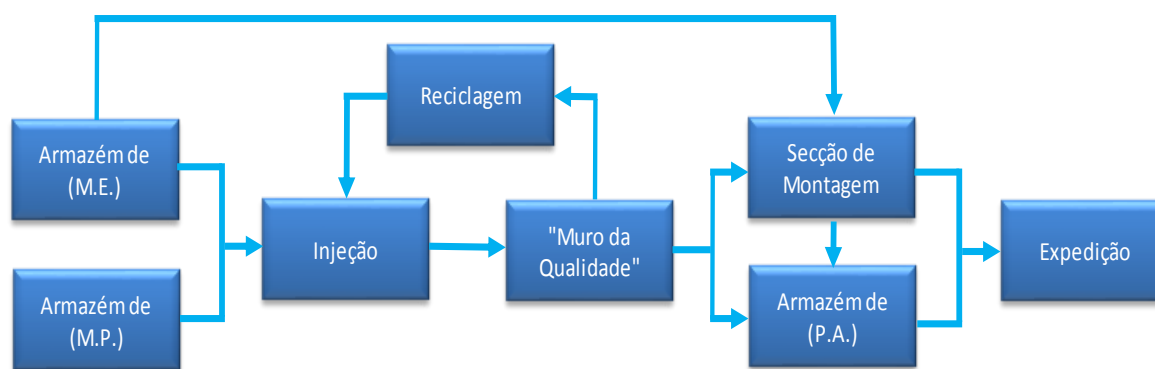


Figura 17 - Fluxo de materiais entre as secções da unidade fabril

Em cada máquina de injeção existe uma gama de embalagem referente ao produto que está em produção esta contém os materiais necessários, assim como as quantidades exatas, para a realização correta do acondicionamento dos produtos finais. A gama de embalagem cumpre os requisitos do cliente, que exige o tipo de embalagem e palete específicos, assim como as dimensões, a utilização de separadores de cartão ou de espuma, o embalamento em sacos de plástico ou em espuma, assim como suportes com o formato exato da peça e também o tipo de suporte a usar nas peças que irão ter aplicação de pintura. Também solicitam a quantidade por embalagem e a quantidade de caixas por palete. A caixa mais utilizada é a de cartão, no entanto existem clientes que utilizam as caixas de plástico, que se denominam caixas retornáveis. A caixa retornável tem como função ser mais resistente nos transportes de materiais (ida e volta para o cliente) e também na sua reutilização sistemática até que se encontre danificada e seja necessária a sua remoção.

A empresa pretende diminuir o uso da caixa de cartão, cuja utilização representa aproximadamente 70% do consumo de embalagens na empresa. Tal contribui para um custo acrescido uma vez que a caixa de cartão é um material frágil e quando sofre qualquer tipo de danificação é imediatamente descartada, pois os clientes são exigentes ao nível do aspeto das embalagens. A empresa já possui alguma quantidade de caixas retornáveis para a substituição de caixas de cartão. Nas figuras 18, apresentam-se as caixas utilizadas na unidade fabril.



**Figura 18 - Exemplos de embalagens:**

*A) Caixa de cartão; B) Caixa de cartão com tampa; C) Caixa retornável (plástico)*

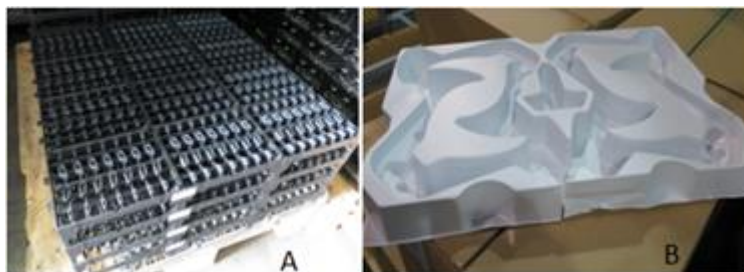
Na figura 19, encontram-se alguns exemplos de separadores aplicados para proteção de peças.



**Figura 19 - Exemplos 1 de 3 de materiais de embalagem:**

*A) Separador de espuma; B) Separador de cartão; C) Sacos plásticos*

Na imagem 20, depara-se com alguns exemplos de suporte de peças para proteção de produtos mais específicos.



**Figura 20 - Exemplos 2 de 3 de materiais de embalagem:**

*A) Rack (suporte de peças para pintura); B) Blisters (suporte como formato da peça)*

Na figura 21, estão expostos os tipos de paletes utilizados na unidade fabril.



**Figura 21 - Exemplos 3 de 3 de materiais de embalagem:**

*A) Paleta de madeira; B) Paleta retornável (plástico)*

A gama de embalagem contém a informação necessária para efetuar o acondicionamento dos produtos finais, menciona então a dimensão, o tipo de material e a quantidade dos materiais e das peças, em relação aos seguintes materiais:

- Caixa de embalagem
- Separadores
- Saco plástico
- Palete

#### **4.4 Planeamento da Produção e o Fluxo de Informação**

As encomendas chegam à empresa via correio eletrónico ao departamento de técnico/comercial. Verificam se o produto existe em stock ou se é necessário produzir e informar o pessoal do planeamento. O responsável pelo planeamento remete uma ordem de fabrico do produto, contendo as informações necessárias, como a matéria-prima necessária e a máquina em que vai ser produzida, sendo entregue ao responsável do armazém e ao supervisor de produção. O planeamento de (M.P.) é responsável pela aquisição de matérias-primas e componentes externos à injeção e montagem. A matéria-prima é entregue junto da máquina de injeção, depois do molde ser colocado.

À medida que os produtos finais vão sendo acondicionados e encaminhados para o armazém é sempre realizado um registo do que entra em armazém. Caso seja necessário realizar qualquer tipo de montagem, os componentes são encaminhados para a secção de montagem. Caso existam em stock, o armazém transporta os produtos até esta secção. No fim os responsáveis pelo armazém recolhem os registos dos produtos que entraram em armazém e registam no software PHC, colocando a quantidade que entra em armazém e a que é expedida. Na figura 22, encontra-se o fluxo de informação de toda a unidade fabril.

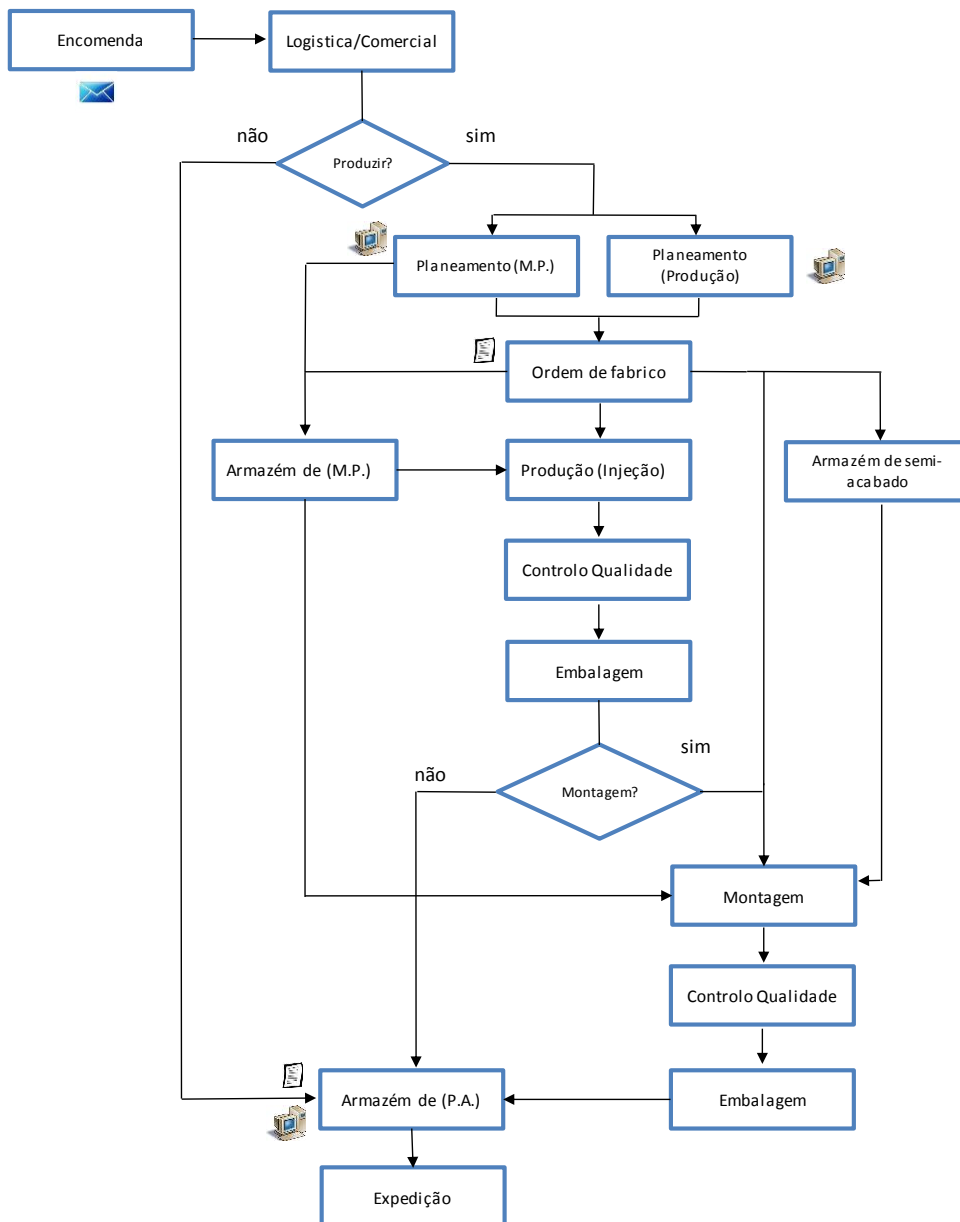


Figura 22 - Fluxo de informação dos processos produtivos

Toda a informação gerada nas secções de injeção e montagem é registada em documentos escritos e que posteriormente são colocados no programa PHC, contudo ainda existe muitos documentos que acabam por permanecer em arquivos.

#### 4.5 Análise Crítica da Situação Atual

De forma a analisar a situação atual da empresa e verificando-se a produção de uma grande variedade de produtos, estimada em cerca de 365 produtos com propriedades e características diferentes, realizou-se uma análise ABC. Esta análise pretendeu identificar os produtos que requerem uma maior atenção por parte da empresa, através da identificação do produto com

maior importância e analisar a respetiva cadeia de valor. A análise ABC foi efetuada tendo por base as vendas da empresa no ano de 2013. Na figura 23 pode-se verificar que os produtos pertencentes à família Yazaki e GKN são os que mais se destacam.

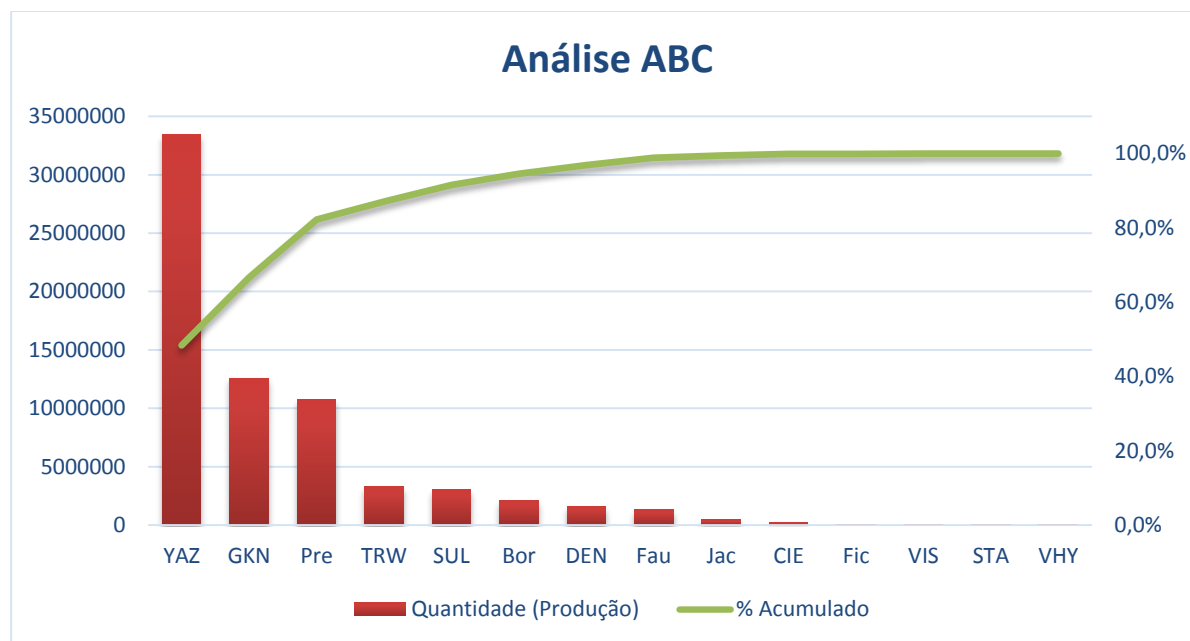


Figura 23 - Análise ABC, referente à quantidade de produção do ano 2013

A “Classe A” (família de produtos da Yazaki + GKN) representa 18% das referências, traduzindo-se num volume produtivo que representa 66% do total da empresa, conforme ilustrado na tabela 2. A família de produtos da Preh possui a maior variedade de referências, i.e. 25%.

Tabela 2 - Resultado da Análise ABC

Artigo (Clientes)	%Quantidade	%Diversidade de produtos	Classe
<b>Yazaki</b>	48	2	A
<b>GKN</b>	18	16	
<b>Preh</b>	16	25	B
<b>TRW</b>	5	17	
<b>Suleve</b>	4	2	
<b>Borgwarner</b>	3	8	
<b>Denso</b>	2	4	
<b>Faurecia</b>	2	10	
<b>Jac</b>	0,6	7	
<b>CIE</b>	0,4	1	C
<b>Ficosa</b>	0,1	1	
<b>Visteon</b>	0,1	4	
<b>Stat</b>	0,02	1	
<b>Vishay</b>	0,001	1	

Os produtos escolhidos para análise pertencem à família Yazaki relativos à “Classe A” (Yazaki3, Yazaki5, Yazaki6 e Yazaki7), pois estes artigos estão em produção o ano inteiro e pertencem à família que possui uma quantidade de produção mais elevada. Também foram escolhidos produtos da família Preh, pela sua variedade de produção, e também um artigo da classe C, escolhido devido ao seu processo, o de bi-injeção e também da necessidade de mão-de-obra dedicada à máquina em questão.

#### 4.5.1 Postos de Trabalho da Zona de Produção

De modo a compreender como funcionavam as atividades que os operadores realizavam durante o seu turno de trabalho foi analisada uma máquina de um posto de trabalho. O posto de trabalho pode variar em quantidade de máquinas ao longo dos dias conforme o produto que se encontra em produção, podendo o operador estar dedicado a tarefas de uma, duas ou três máquinas no máximo, para o caso selecionado. Foi escolhida a máquina de injeção nº 4 da linha nº1 (M4L1). Os produtos que se encontravam em produção durante a análise requeriam atividades de: controlo da qualidade das peças, acondicionamento das peças na embalagem e palete; recolha da palete de produto acabado, e recolha de materiais de embalagem em armazém. Efetuou-se a cronometragem e registo dos tempos das atividades realizadas, assim como o tempo de permanência da palete no local de produto acabado até ser recolhida pelo armazém. Também foi analisada e registada a quantidade WIP dos produtos que estiveram em produção. Na figura 24, apresenta-se o diagrama de sequência das atividades. Os tempos obtidos resultam da média dos tempos cronometrados, para o processo e produto, exceto o tempo da atividade nº2 da figura 24, que foi estimado multiplicando a quantidade total da caixa pelo tempo de ciclo da máquina. Pode-se verificar que o operador efetua distâncias de cerca de 134 metros nas atividades apresentadas, podendo ser repetidas ao longo do turno de trabalho. As durações das atividades também são apresentadas.

Diagrama de Sequência de execução									
Atividade: Atividades do processo				Atividade:			Total		
Produto: OPRE022				Operação	○				
Localização: Máquina nº4 da linha de injeção nº1				Transporte	⇒				
Data: 2/04/2014 até 14/04/2014				Armazenamento	▽				
				Controlo	□				
				Espera	D				
				Distância (m)					
				Tempo (s)					
Obs nº	Descrição	Distância (m)	Tempo (s)	○	⇒	▽	□	D	Observações
1	Operador recolhe materiais de embalagem do armazém	62,2	246						
2	Operador controla a qualidade das peças e acondiciona em embalagens		6378						
3	Operador recolhe palete de produto acabado até local de produto acabado	38,3	201						Porta-paletes
4	Recolha de palete de produto acabado por parte de operador de armazém	34,4	4632						Empilhador
Total		134,9							

Figura 24 - Diagrama de sequência de execução: atividades M4, linha nº1

Na figura 25, encontra-se um gráfico que exibe as quantidades de WIP registadas para alguns produtos que se encontravam em produção na máquina M4L1. O gráfico também contém a quantidade de peças em cada embalagem, para cada produto. Verifica-se que a peça que acumula maior quantidade de WIP junto do seu posto de trabalho é a OPre023, devido à grande quantidade necessária de peças por embalagem, que se apresentam na tabela 3, e também da quantidade de embalagens por palete.

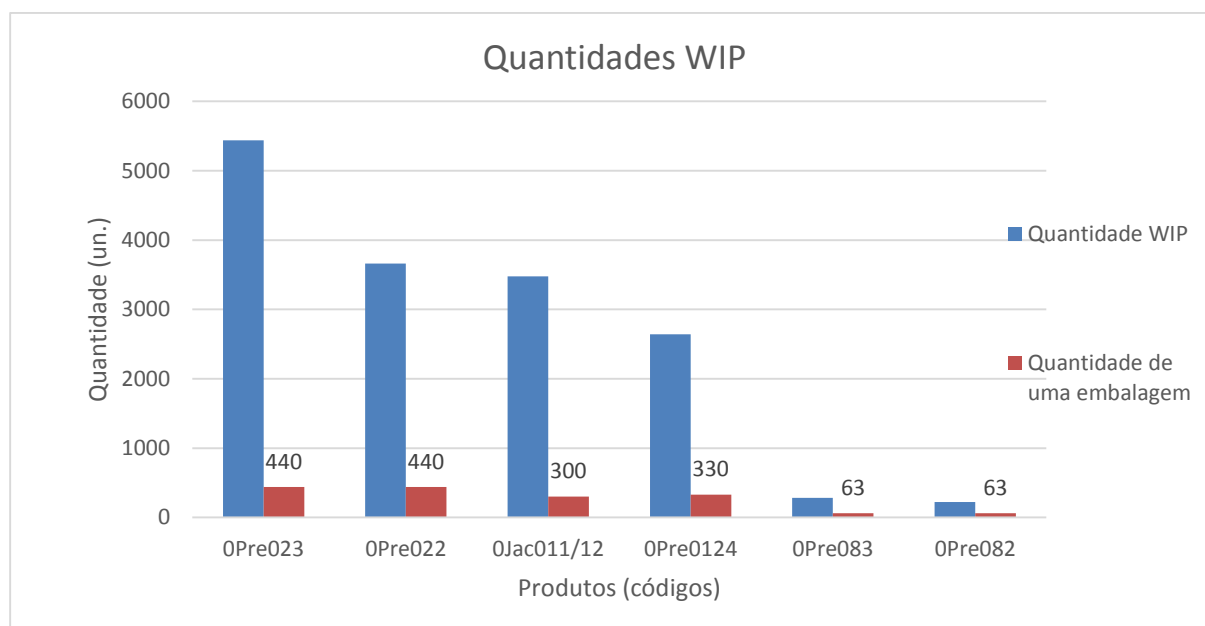


Figura 25 - Quantidade WIP, dos produtos analisados da M4, linha 1

A tabela 3 apresenta os tempos de ciclo para cada produto, assim como o tempo de preenchimento de uma embalagem e a quantidade necessária de peças para cada embalagem. Podendo-se verificar que quanto maior a quantidade necessária em cada embalagem, tanto maior o tempo de preenchimento.

Tabela 3 - Dados referentes aos produtos analisados da M4, linha 1

Produto (código)	Tempo de ciclo (min)	Tempo de preenchimento de embalagem (min)	Quantidade de peças por embalagem (un)
0Pre023	0.19	84.3	440
0Pre022	0.24	106.3	440
0Jac011/12	0.55	165	300
0Pre0124	0.5	165	330
0Pre083	0.48	30.5	63
0Pre082	0.48	30.5	63

Realizou-se um diagrama Spaghetti (ilustrado na figura 26) de forma a perceber melhor e identificar as deslocações, e movimentações de materiais, do operador da máquina M4L1.

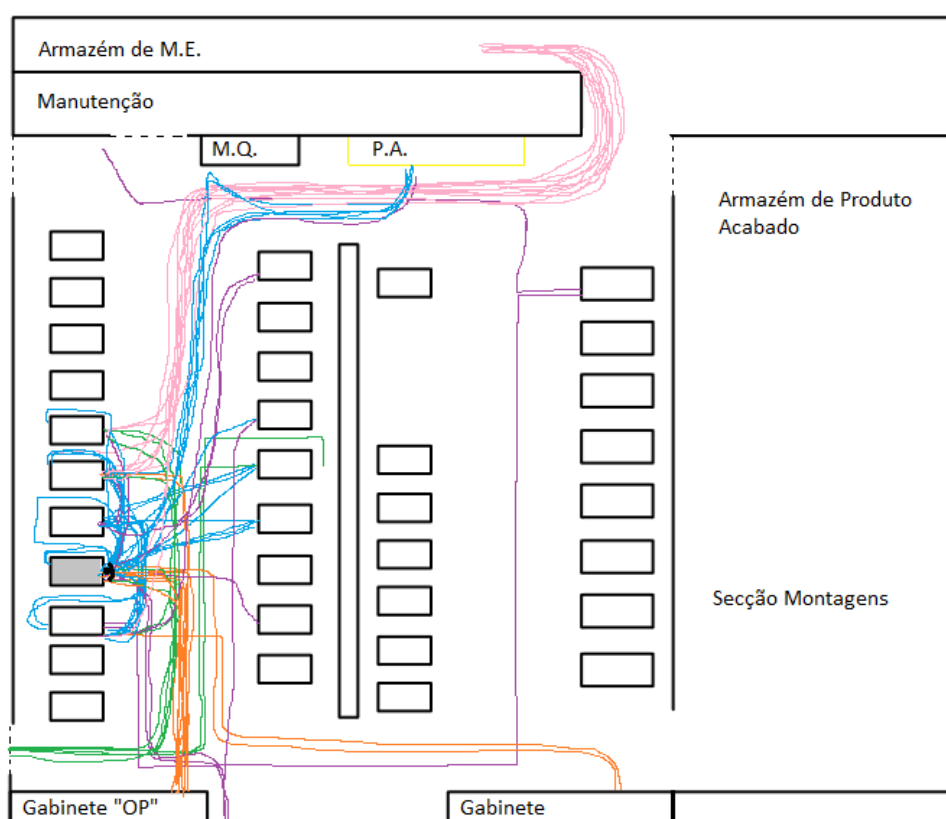


Figura 26 - Diagrama de Spaghetti: atividades do operador da M4 L1

Durante alguns dias, foram registadas as deslocações e movimentações de materiais por parte do operador alocado à máquina M4L1. Verifica-se, conforme ilustrado na figura 26, que o operador realiza muitas deslocações ao armazém para recolha de materiais de embalagem (M.E.), percorrendo uma distância aproximada de 62m, e também na deslocação associada ao transporte de produto acabado até á zona de armazém (P.A.) para posterior recolha por parte do armazém (P.A.), efetuando um trajeto com uma distância de 34m.



#### 4.5.2 Análise da Cadeia de Valor

Na análise de cadeia de valor foram analisados dois postos de trabalho. Os primeiros 5 artigos foram analisados em conjunto, porque para todos os efeitos, um único operador monitoriza todas as 5 máquinas onde os 5 produtos são injetados, considerando assim um posto de trabalho. As máquinas estão localizadas na linha nº1 posicionadas de forma consecutiva. A máquina M7 possui o artigo **pre31**, a M8 o **yazaki6**, a M9 o **yazaki7**, a M10 o **yazaki5** e a M11 o **yazaki3**.

As máquinas 8, 9, 10 e 11 estão sempre a produzir o mesmo artigo, no entanto a máquina 7 vai variando, conforme o planeamento de produção. Durante a análise verificou-se que o produto **pre31** esteve em produção na M7. O artigo 6vis6 foi analisado pelo facto do posto de trabalho possuir um operador dedicado a esse processo. Este produto encontra-se na máquina M4 da linha nº 4.

De forma a identificar as atividades que acrescentam valor e as quantidades de WIP associadas a estes produtos, procedeu-se à aplicação da ferramenta WID. As representações dos postos de trabalho estão expostas nas figuras 27 e 29.

Recorreu-se ao cálculo do Takt time (TT), o work-in-process (WIP) e do tempo de mudança de molde (C/O). O tempo de ciclo reporta-se ao processo de injeção, variando de produto para produto, conforme as características de processamento, assim como a aplicação do molde. Na determinação do work-in-process os dados foram obtidos por amostragem, ao longo de 5 dias, registando-se as quantidades de WIP em diferentes períodos do dia. Para o caso da máquina M7L1 foi assumido o valor de setup da máquina M3L3, porque possui as mesmas características de abertura e fecho de molde, e também a aplicação do mesmo género de molde, sendo este valor obtido por filmagem do processo. Em relação à máquina M4L4, o valor de setup foi determinado tendo por base uma filmagem do processo de troca de molde. Os valores de Takt Time foram obtidos através da procura diária do cliente. A explicação detalhada dos dados, cálculos efetuados e tabelas de registos de observações encontram-se minuciosamente descritos no anexo IV.

Após análise do diagrama da figura 27 podem-se retirar algumas conclusões quanto ao esforço do transporte, quantidades de WIP e tempos de processo e mudança de molde. O tempo de ciclo é relativamente pequeno para todos os processos de injeção obtendo-se uma peça final em poucos segundos. Os valores de Takt time são todos superiores aos valores do tempo de ciclo, sendo os valores relativamente mais próximos para a máquina M10. Neste posto de trabalho pode-se verificar que o maior esforço de transporte acontece na máquina

M8, pois o operador transporta a paleta de produto acabado com um peso total de 418,2 kg percorrendo uma distância de 25,7 m para o local de produto acabado. Local esse onde mais tarde é recolhida a paleta colocada em armazém, obtendo-se um esforço de transporte de 10.747,7 kg\*m. A máquina a que se associa um menor esforço de transporte é a máquina M11, em que o peso transportado é de 197,4 kg e 16,7m de distância. Em relação às quantidades de WIP, estas são consideravelmente elevadas. Isto deve-se à paletização ser efetuada junto da máquina e normalmente com 16 a 32 caixas por paleta, efetuando-se a recolha do produto acabado aquando da conclusão do preenchimento da paleta. Neste caso a máquina M10 é a que se associa maior WIP com uma média de 25108 unidades, pois cada caixa possui 2500 peças e cada paleta possui 32 caixas. O tempo troca de molde só se pôde verificar na máquina M7, pois nas restantes os moldes são fixos.

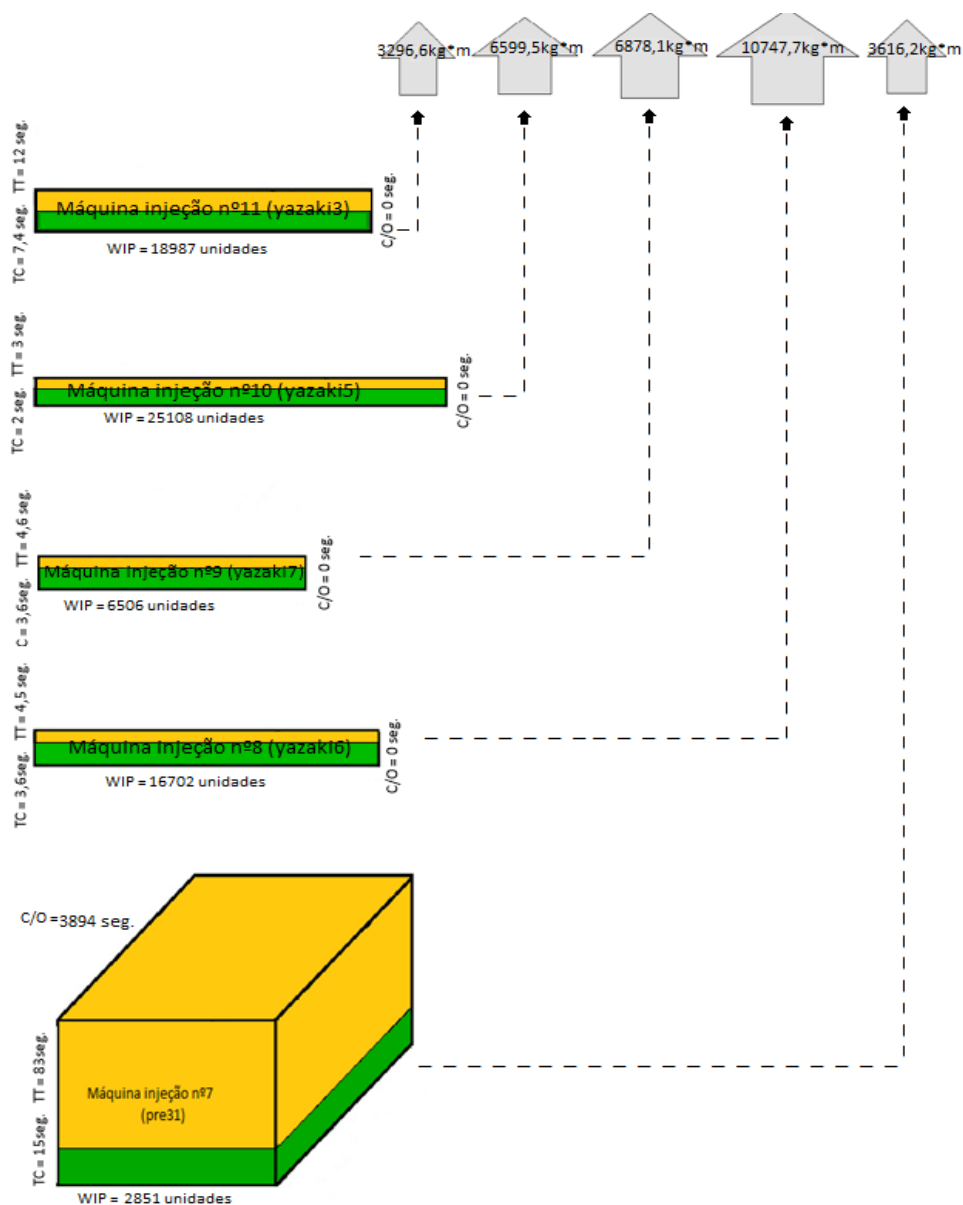


Figura 27 - Diagrama WID para o operador do posto das M7,8,9,10 e 11 da L1

Em relação às atividades do operador foi efetuada uma análise, através de 30 observações, ao posto de trabalho, durante 19 dias em diferentes períodos ao longo do dia. Com o auxílio de uma tabela de recolha de dados, com a indicação dos tipos de desperdícios observados. Na tabela 4, encontra-se um excerto da tabela do registo para este posto de trabalho.

Tabela 4 - Excerto dos registos de observações do PT das M7,8,9,10 e 11 da L1

Registo das observações do Posto referentes às máquinas 7, 8, 9, 10 e 11 da linha nº1								
Obs nº	Data e Hora	Oper. Val. Acrsc.	Movimentos	Transportes	Esperas	Retrabalho	Outro	Ausente
1	10/03/2014 9:35	x	x	x				
2	11/03/2014 9:20	xx			x			x
3	11/03/2014 16:47	xx	X					x
4	12/03/2014 9:19	x		x			X	
5	12/03/2014 9:23		x	x				

A tabela completa encontra-se no anexo IV. A figura 28 resume os resultados do registo das observações WID.



Figura 28 - Resultado das observações WID, para o PT das M7,8,9,10 e 11 da L1

A intervenção do operador neste posto de trabalho consiste em realizar um controlo de qualidade do produto acabado, efetuar o processo de acondicionamento dos produtos na embalagem conforme a gama de embalagem, colocação de embalagens finais em palete, recolha de materiais de embalagem no armazém de materiais de embalagem, recolha da palete para o local de produto acabado e também a limpeza do posto de trabalho. Esta intervenção é similar para todas as máquinas deste posto de trabalho. As operações que acrescentam valor são as referentes ao controlo da qualidade do produto acabado e às atividades relacionadas com o acondicionamento de produtos na embalagem final. Os movimentos são deslocações efetuadas pelo operador sempre que este se dirigia a algum local sem que levasse consigo

qualquer produto ou embalagem, por exemplo quando procurava dispositivos para selar as embalagens ou utensílios de limpeza. Os transportes são referentes às atividades em que o operador transportava embalagens, paletes, porta-paletes e outros afins (lixo). As esperas surgiram quando o operador se encontrava parado à espera que tivesse produtos finais para colocar nas embalagens. Neste posto não foi efetuado qualquer tipo de retrabalho, no entanto considerou-se este desperdício quando o operador transportava peças para o moinho de reciclagem. As ausências foram consideradas sempre que o operador não se encontrava no posto de trabalho, ou procedia à realização de tarefas que não estavam relacionadas com o seu trabalho. Em relação a “outro” tipo de desperdício, foram consideradas as seguintes atividades: auxílio de colega, documentação e outro tipo de atividades sem qualquer relação com o trabalho. Da análise do gráfico pode-se concluir que 59% corresponde a atividades que não acrescentam valor ao produto, destacando-se os desperdícios relacionados com as movimentações, “outro” e ausência. Estes dados podem ser relevantes para atuações futuras. Na figura 29, encontra-se a representação do WID para o PT da máquina M4L4 . Neste posto de trabalho intervém apenas um operador. O Takt time foi obtido através da procura do cliente, verificando-se que a procura não é muito significativa e que na análise ABC os produtos deste cliente estão incluídos na classe C.

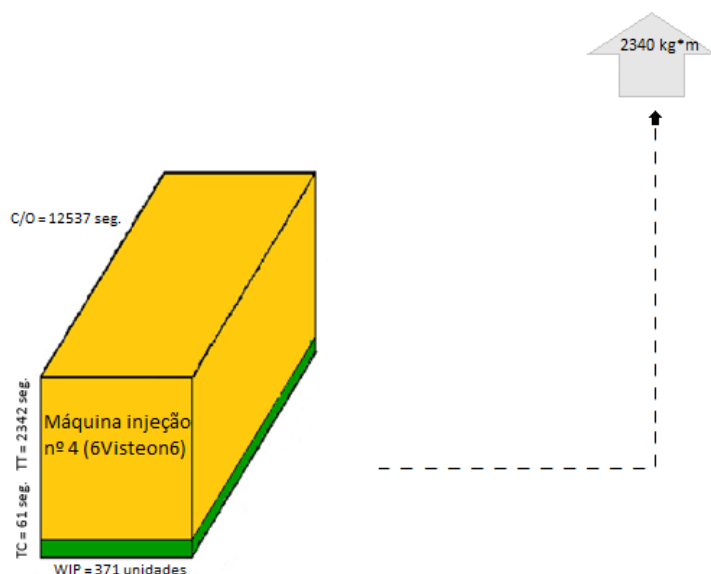


Figura 29 - Diagrama WID para o posto de trabalho da máquina n°4 da linha n°4

A quantidade de WIP é pequena, quando comparada com a das máquinas estudadas na linha 1. Tal deve-se ao facto de o tempo de ciclo ser superior, do formato da peça ser de grande dimensão, a quantidade de peças por embalagem ser de 40 e também pelo facto de a paleta apenas conter uma quantidade máxima de 10 caixas.

O esforço de transporte associado a este posto de trabalho é também relativamente inferior, com um valor de 2340 kg\*m; o peso da quantidade transportada é 130 kg e percorre uma distância de 18m. O tempo de troca de molde é bastante elevado, devendo-se a desperdícios diversos no processo de troca de molde e também devido a ser um processo de bi-injeção (que contém duas entradas para 2 componentes poliméricos, requerendo maior tempo de mudança de molde).

A análise ao estudo deste produto também foi efetuada com base nas observações das atividades do operador no posto de trabalho. Neste caso foram efetuadas 16 observações. O número de observações foi inferior pois a meio do registo das observações foi alterado o molde, para um produto que requeria atividades diferentes. Devido à falta de dados disponíveis, optou-se por considerar apenas as observações deste produto (antes da mudança do molde). A tabela do registo de observações encontra-se no anexo IV. Os resultados das observações estão representados no gráfico da figura 30.

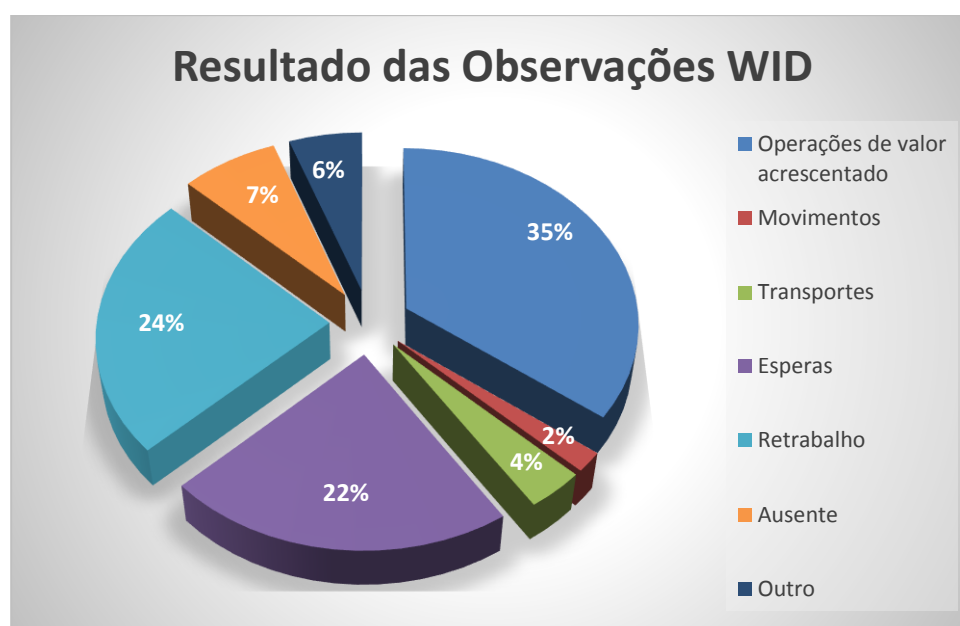


Figura 30 - Resultados das observações WID para a máquina M4L4

Este posto de trabalho está afeto a um operador e a sua função baseia-se em controlar o processo de injeção, ou seja em retirar e posicionar peças no molde de injeção conforme a aplicação dos componentes de injeção, realizar uma pequena rebarbagem e controlar a qualidade do produto final. Além destas tarefas também é responsável pelo acondicionamento dos produtos na embalagem de acordo com a gama de embalagem e também pela limpeza do local de trabalho.

Operações que acrescentam valor são todas as atividades correspondentes ao controlo do processo de injeção, controlo da qualidade do produto final e o acondicionamento dos produtos nas embalagens. Os movimentos do operador são todo o tipo de deslocações, quando este se dirigia a qualquer local sem que transportasse qualquer tipo de material. Aos transportes estão associados as transferências de materiais de embalagem, paletes e recolha de materiais necessários a este processo. As esperas estão relacionadas com a espera pela conclusão do processo de injeção do produto nas máquinas. As atividades de retrabalho verificadas deveram-se a um defeito no molde. As ausências foram contabilizadas sempre que o operador não se encontrava junto da máquina, ou realizava atividades sem qualquer tipo de relação com o seu posto de trabalho. Os desperdícios do tipo “outro” tiveram a ver com atividades de preenchimento de documentos, apoio à manutenção do molde, colaboração com colegas e outro tipo de atividades.

Conforme ilustrado na figura 30, neste posto de trabalho apenas 35% do tempo é usado em operações que acrescentam valor. O operador perde mais tempo em atividades como retrabalho, esperas, ausências do seu posto de trabalho e outro tipo de atividades.

#### 4.5.3 Análise e Desempenho dos Equipamentos com OEE

Procedeu-se ao cálculo do OEE, para avaliar e analisar o desempenho das máquinas de injeção com o intuito de ajudar a monitorizar e melhorar a eficiência dos equipamentos. Foram analisadas duas máquinas, cada uma das quais representando características distintas do molde, uma de baixa tonelagem Arburg 100T, ou seja uma máquina de pequeno porte, e uma de grande porte Arburg 250T, representando as máquinas de maior tonelagem da secção de injeção. A máquina Arburg 100T foi analisada para o produto **yazaki5**, enquanto a máquina Arburg 250T foi analisada para o produto **6vis6**.

Existem dados relativos ao ano de 2009 de cálculo do OEE para as máquinas de injeção que se encontravam na zona de produção, no entanto o cálculo desta métrica entretanto deixou de ser realizado devido à saída da pessoa responsável por esta atividade.

Os cálculos foram efetuados através dos registos diários do produto quando se encontravam em produção nas referidas máquinas, recolheram-se dados dos documentos do produto sobre a quantidade de peças rejeitadas, paragens de máquina planeadas ou não planeadas, assim como a razão da paragem (manutenção de molde, limpeza, arranques, entre outros).

Foram retirados apenas os dados credíveis (3 registos diários), obtendo-se os dados que constam da tabela 5. Os cálculos anteriormente efetuados, e que estavam disponíveis na empresa, estão apresentados no anexo V. Na tabela 5 pode-se verificar que o valor com OEE

inferior é do registo 1, isto deve-se ao facto da disponibilidade possuir um valor mais baixo do que os restantes registos, devido a uma paragem não planeada significativa de manutenção do molde.

Tabela 5 - Resultado do cálculo dos registos do OEE da máquina M10L1

Registo	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
1	65%	98,2%	99,6%	63,5%
2	98,9%	99%	99,8%	97,7%
3	86,1%	98,6%	99,7%	84,6%

Na tabela 6, apresentam-se de forma comparativa o OEE em 2009 e o OEE de 2014 (através dos registos diários). Este último resulta da aplicação da fórmula de cálculo do OEE, para os valores médios de disponibilidade, velocidade e qualidade apurados na Tabela 5.

Tabela 6 - Resultados do OEE para a máquina M10L1

Data	2009	Atual - 2014 (Média)
Disponibilidade	85%	83,3%
Desempenho	91%	98,6%
Qualidade	99,9%	99,7%
OEE	<b>77,3%</b>	<b>81,9%</b>

A máquina M10L1 está em constante produção com o mesmo artigo, sendo efetuado um planeamento de limpeza ao molde, o que aumenta a disponibilidade. Em 2009 o OEE cifrava-se em 77,2% tendo-se registado uma ligeira subida.

Para o cálculo do OEE da máquina Arburg 250T da linha 4, foram realizados 2 registos. Esta máquina não possui registos históricos, uma vez que em 2009 a empresa ainda não tinha adquirido esta máquina. A tabela 7 revela os resultados dos cálculos do OEE.

Tabela 7 - Resultados dos cálculos do OEE na máquina M4L4

Registo	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
1	98,6%	62%	95,6%	58,4%
2	87,5%	64,2%	99,2%	55,7%

Através dos resultados do cálculo do valor do OEE, pode-se concluir que o respetivo valor é bastante modesto. O valor de desempenho verifica-se que é mais baixo em relação aos outros fatores, pois verificou-se algumas ausências do operador no processo. Em relação às discrepâncias registadas no registo 1 e registo 2 da disponibilidade, tal é explicado pelo facto de durante o registo 2, ter-se verificado uma manutenção do molde com um tempo elevado.

#### 4.5.4 Problemas Associados à Organização da Secção de Injeção

Em meados de Dezembro de 2012 a empresa organizou uma formação da metodologia 5S para todos os colaboradores em contacto direto com a secção de injeção e montagem. A formação realizada teve como intuito fornecer as noções básicas da metodologia. Esta consistiu em formação teórica da aplicação da ferramenta e posterior identificação de problemas nas áreas envolventes da injeção e montagem, e por fim aplicação da metodologia. A figura 31 demonstra que ainda persistem alguns resultados da implementação da ferramenta, como a organização (marcação de piso e dos locais das caixas e paletes), a limpeza (piso fabril encontra-se limpo) e um pouco de disciplina (existindo algum cumprimento da organização e limpeza).



**Figura 31 - Secção de injeção**

No entanto apesar da formação de 5S ser relativamente recente ainda existem algumas falhas na organização de materiais de embalagem. Por exemplo, quando o operador inicia o seu turno e lhe é indicado o seu posto de trabalho, este dirige-se ao armazém de materiais de embalagem e recolhe uma grande quantidade de material que permite cobrir as necessidades do seu turno, ou seja este evita voltar novamente ao armazém para recolher material, infelizmente tal procedimento resulta em amontoados de caixas e paletes vazias junto das máquinas de injeção.

Além deste problema, foi também detetada uma falha da organização das ferramentas necessárias ao acondicionamento das embalagens. Esse componente corresponde ao suporte de fita-cola e aos rolos de substituição, como se pode verificar na figura 32 e 33. Por vezes os operadores andam à procura desta ferramenta porque não se encontra visível e perto de si. Em relação aos rolos de substituição estes encontram-se no armazém, mas muitas das vezes encontram-se espalhados na produção em locais não identificados e incomuns, permitindo ao operador uma perda de tempo na procura.





Figura 32 - Suporte de fita-cola



Figura 33 - Rolos de fita-cola para substituição

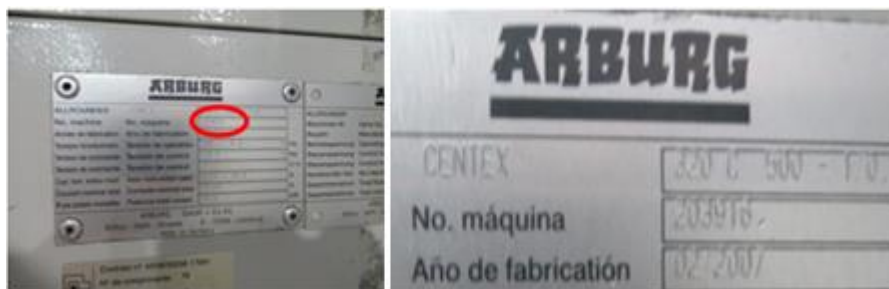
Outro problema identificado na organização é que não existe um local próprio para colocação de equipamentos relacionados com a limpeza, como vassouras, esfregonas, aspiradores, entre outros. Estes encontram-se espalhados pela zona de produção e muitas vezes quando os operadores necessitam destes equipamentos para a realização da limpeza deslocam-se por toda a fábrica à procura dos mesmos. Como se pode observar na figura 34, estes equipamentos podem encontrar-se muitas das vezes junto de depósitos de lixo comum, tal facto acontece sempre que os operadores depositam o lixo recolhido na limpeza de posto e acabam por abandonar os utensílios nestes locais.



Figura 34 - Equipamentos e utensílios de limpeza

Um problema detetado está relacionado com a identificação das máquinas de injeção, estas são reconhecidas conforme o seu número de série correspondente ao número de saída, imposto pela fábrica de origem. Esse número possui entre 5 a 6 dígitos e localiza-se numa zona oculta da máquina. A zona de produção contém 34 máquinas de injeção, não sendo por isso trivial identificar de imediato uma máquina em concreto, nem memorizar todos os

números das máquinas, especialmente no caso de colaboradores mais recentes. Na figura 35 encontra-se um exemplo de um número de máquina.



**Figura 35 - Identificação atual do número de máquina de injeção**

Quanto à identificação das linhas de injeção, apenas a linha 1 está identificada não existindo identificação das restantes. Na figura 36, encontra-se a sinalética referente à linha 1.



**Figura 36 - Identificação da linha n°1 da secção de injeção**

#### 4.5.5 Estudo de Tempos dos Processos da Secção de Montagem

Na secção de montagem foi realizado um estudo de tempos dos processos, pois nesta zona não existia qualquer tipo de registo de tempos associados aos processos de montagem. Os produtos da secção de montagem representam cerca de 17% do total (2013), o que se traduz em 54 artigos. Foram analisados 27, uma vez que outros tantos não entraram em produção durante o espaço temporal da análise. Existem também outros casos em que se verifica que o produto é o mesmo, o que muda é a embalagem final, originando um código diferente.

O estudo dos tempos baseou-se em duas fases: primeira, por observação do processo e descrição das atividades efetuadas; e segunda, por cronometragem de tempos. Sempre que possível foi registado um mínimo de 5 tempos, para se obter uma média mais representativa. No anexo VI, encontra-se uma folha de registo de observações de tempos nesta secção para um determinado produto.

De modo a compreender a quantidade de mão-de-obra necessária nesta zona foram recolhidos dados da produção de janeiro a abril do ano de 2014, do budget (volume previsto) para os mesmos meses e também o tempo de ciclo dos processos.

A tabela 8, apresenta o registo com a acoplagem dos dados acima mencionados, com o intuito de ajuizar sobre o número de operadores necessários para uma produção real e para uma produção prognóstica para um determinado mês. Foram contabilizados os dias de trabalho desta zona, tendo por base um dia de trabalho com 7,5 horas, devido às interrupções dos operadores quando realizam o abastecimento aos processos a que estão afetos. De forma a comparar foi registado o número de pessoas que diariamente se encontrava na secção. Nos meses de Janeiro e Fevereiro continha 14 pessoas, em Março e Abril houve um acréscimo para 16 pessoas. No anexo VI, apresenta-se a tabela completa para todos os 54 artigos considerados.

Tabela 8 - Excerto de tabela - produtos de montagem com a mão-de-obra

		Dias/Mês		22				19				21				20			
				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril			
código montagem	cód. injeção e com	Temp. Std. (seg)	Temp. Std.(h)	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.
1VIS00007	6VIS00007	19,74	0,005	1404	0,05	624	0,00	1716	0,07	624	0,02	1716	0,06	1560	0,05	2028	0,07	2964	0,11
	INS051																		
1VIS00008	6VIS00008	19,74	0,005	4212	0,14	624	0,02	1560	0,06	5148	0,20	3120	0,11	1560	0,05	1560	0,06	1404	0,05
	INS051																		
1VIS00009	6VIS00009	19,74	0,005		0,00		0,00		0,00	528	0,02		0,00	3036	0,11		0,00	1320	0,05
	INS050																		
1VIS00010	6VIS00010	19,74	0,005	3960	0,13		0,00	1320	0,05	1320	0,05	2640	0,09	1320	0,05	1320	0,05	3300	0,12
	INS049																		
Total					10,9		12,0		11,2		11,6		13,9		12,5		11,8		14,4

Na tabela nº8 pode-se averiguar que na comparação entre a obtenção da mão-de-obra da produção real e da produção de budget, apenas o mês de fevereiro é semelhante no número de operadores. No entanto em comparação com o valor real de operadores na secção de montagem os valores obtidos são inferiores.

#### 4.5.6 Análise aos Postos de Trabalho da Secção de Montagem

A proposta de um abastecimento às linhas da secção de montagem surgiu aquando da análise do estudo de tempos aos processos desta secção. Verificou-se que sempre que surgia a necessidade de materiais de embalagem, produto acabado e componentes externos à injeção, os operadores afetos aos processos de montagem interrompiam as suas tarefas e deslocavam-se ao armazém ou ao longo da secção de montagem para a recolha dos elementos necessários. De forma a identificar melhor as deslocações e o tempo despendido na recolha de qualquer tipo de materiais foram analisados dois produtos com grande produção nesta secção, avaliando as deslocações e também o tempo consumido.

Os processos analisados foram 1Pre01 e 1TRW01, pois sempre que se encontram em produção estão fixos nos postos de trabalho, de seguida descreve-se cada um dos processos.

O processo de 1Pre01 necessita de um colaborador e consiste em:

- Operador retira da caixa um separador com 11 peças da referência 0Pre032;
- Encaixe manual da peça 0Pre031 com a peça 0Pre032;
- Colocação das 11 peças na embalagem; após preencher 60 peças, colocação de uma etiqueta e posterior colocação em palete.

O tempo de total de uma peça é de 6,6 segundos e o preenchimento de uma caixa é de 396 segundos.

O processo de 1Trw01, cada parte refere-se a uma máquina e em cada uma incluem um operador, a descrição do processo é a seguinte:

1ª Parte:

- Coloca e posiciona na máquina 3 insertos metálicos e 3 molas com pinos pretos, das caixas junto da máquina
- Retira da caixa junto do operador uma peça 0TRW094 e posiciona na máquina
- A máquina automaticamente fecha e realiza a cravação de todos os componentes
- Recolhe peça cravada e coloca na bancada que se encontra próxima para a seguinte operação

2ª Parte

- Operador recolhe peça cravada, coloca 2 molas e inspeciona a cravação dos insertos metálicos
- Pega na peça e coloca na máquina para realização de teste às molas
- Recolhe a peça da máquina de teste, coloca etiqueta e posiciona na caixa de embalagem final
- Quando conclui 48 peças embala a caixa, cola etiqueta e coloca na palete

O tempo obtido para uma peça, tendo em conta a descrição acima mencionada, é de 23,21 segundos para a 1ª parte e 18,85 segundos para a 2ª parte, o tempo de obtenção de uma caixa é de 2228 segundos.

De forma a compreender as atividades dos operadores, estas foram analisadas e posteriormente efetuou-se um diagrama spaghetti para cada posto de trabalho dos produtos 1Pre01 e 1Trw01.

Na figura 37, está representado o diagrama Spaghetti para o produto 1Pre01, cada cor simboliza um deslocamento diferente, apresentados na tabela 9. Neste posto de trabalho as deslocações mais significativas do operador são de recolha de materiais de embalagem no armazém de material de embalagem (M.E.) e na recolha de embalagens para reciclagem.

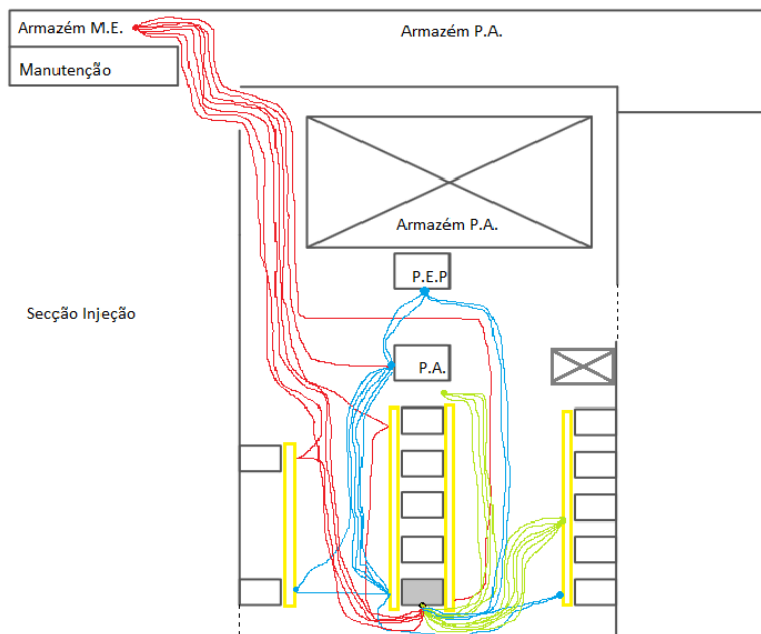


Figura 37- Diagrama de Spaghetti das atividades do operador do processo 1Pre01

Na figura 38, está apresentado o diagrama de Spaghetti para as atividades dos operadores do produto 1Trw01. No diagrama pode-se verificar que a deslocação do operador ao recolher produto acabado para a zona de Produto Acabado (P.A.) e a correspondente à recolha de produto a entrar em produção (P.E.P) são as mais relevantes.

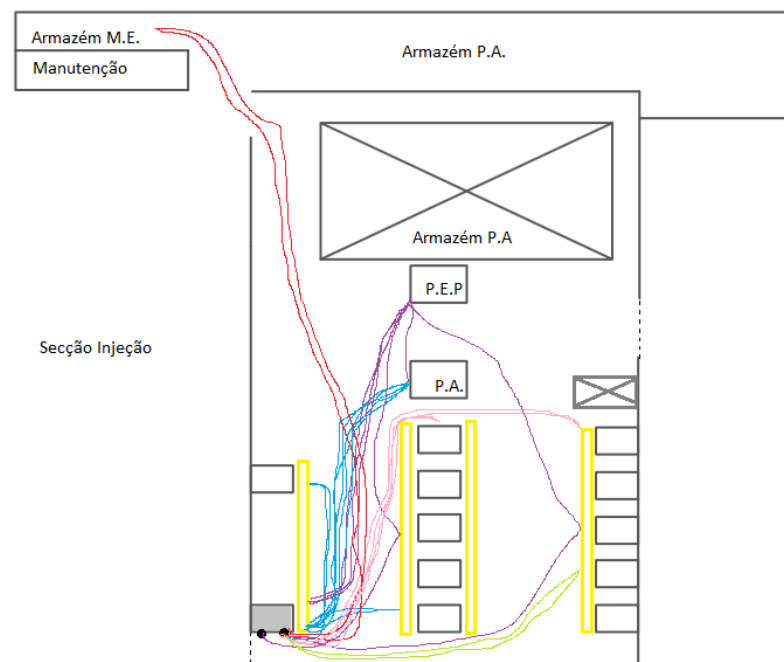


Figura 38 - Diagrama de Spaghetti das atividades dos operadores do produto 1TRW01

Na tabela 9, exibem-se as atividades de abastecimento de produtos e materiais de embalagem que são efetuados pelos operadores, assim como o tempo médio obtido para cada atividade.

**Tabela 9 - Valores médios das durações das atividades**

Atividades	Média (min.)
<b>Recolher materiais de embalagem ao Armazém de materiais de embalagem</b>	5,16
<b>Recolher produto acabado e transportar até local (P.A.)</b>	1,20
<b>Recolher produto a entrar em produção (P.E.P.)</b>	1,55
<b>Recolher embalagem para posterior reciclagem</b>	0,73

Apenas foram analisados estes dois produtos, pois caracterizam de uma forma geral os restantes produtos nos postos de trabalho. Podendo-se verificar que realizam bastantes deslocações, assim como um tempo médio relevante e improdutivo. Parecendo pouco significativo considerando uma única deslocação, mas não desprezível quando considerado todo um dia de trabalho.

#### 4.5.7 Síntese de Problemas Identificados na Unidade Fabril

Após a análise crítica da situação atual, verificou-se os seguintes problemas identificados nas secções de injeção e de montagem.

#### **Secção de Injeção**

- Elevadas quantidades de WIP junto de cada posto de trabalho (máquinas de injeção) e também no local específico da secção dedicado ao produto acabado;
- Tempos elevados na realização das atividades de abastecimento de materiais de embalagem, efetuadas pelos operadores;
- Elevados tempos nos processos de mudança de molde;
- Elevados movimentos e transportes realizados pelos operadores;
- Corredores com acessos impedidos com componentes, caixas e paletes;
- Baixo desempenho das máquinas de injeção;
- Falha na identificação de locais fixos e únicos para equipamentos e utensílios;
- Falha na identificação de linhas e máquinas de injeção.

#### **Secção de Montagem**

- Elevada/oscilação de mão-de-obra utilizada;
- Elevados movimentos e transportes realizados pelos operadores;

- Tempos elevados na realização das atividades de abastecimentos de materiais de embalagem, efetuados pelos operadores;
- Elevadas quantidades WIP junto dos postos de trabalho;
- Corredores com grandes quantidades de paletes impedindo a visualização entre os postos.





## 5. PROPOSTAS DE MELHORIA

Neste capítulo são apresentadas algumas propostas para tentar resolver os problemas identificados no capítulo anterior e atingir os objetivos planeados.

### 5.1 Abastecimento das Linhas de Injeção – Comboio Logístico

Um dos objetivos deste projeto consistia em estudar e propor mecanismos alternativos de abastecimento de materiais de embalagem às linhas da seção de injeção, com colaboração de um consultor externo à empresa. Note-se que o abastecimento da matéria-prima para as máquinas de injeção é efetuado pelos operadores do armazém e futuramente pretende-se que todas as máquinas sejam abastecidas através de condutas. Como se verificou no capítulo anterior os operadores despendiam algum tempo na recolha de materiais de embalagem e simultaneamente originavam amontoados de embalagens junto aos postos de trabalho impedindo a livre circulação entre máquinas.

Os objetivos principais da aplicação do sistema de abastecimento às linhas de injeção são:

- Fixar os operadores apenas às funções da máquina de injeção, focando-os apenas no processo, de forma a minimizar o manuseamento de paletes e materiais de embalagem;
- Diminuir ou reduzir as movimentações e transportes dos operadores;
- Diminuir ou reduzir o WIP junto dos postos de trabalho;
- Manter os corredores e acessos desimpedidos;
- Manter e conter no espaço circundante das máquinas apenas o necessário;
- Realização de paletização junto do armazém com posterior colocação em estante;

De forma a resolver esta situação foi pensado um abastecimento às linhas de injeção por intermédio de comboio logístico, permitindo, por exemplo:

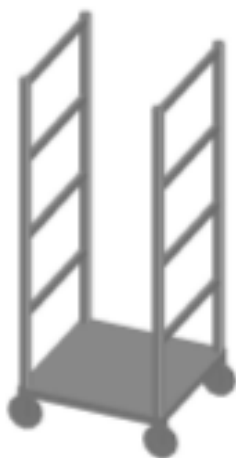
- Recolha das caixas de produto acabado e no percurso inverso, abastecimento de materiais de embalagem às máquinas de injeção, de forma a rentabilizar o percurso do comboio na passagem pelas linhas;
- Redução drástica de paletes nas linhas de injeção;
- Redução do inventário do processo, e maior facilidade de realização do inventário diário;
- Remoção de produto acabado a uma cadência mais ajustada ao ritmo de produção;
- Estabelecer um fluxo de material do armazém para a linha de injeção e vice-versa;
- Obter um ciclo de abastecimento de materiais, em que a frequência de abastecimento de material seja apenas na quantidade e no momento necessário.

Inicialmente foi idealizado um comboio logístico com carruagens. O operador responsável executaria percursos entre as linhas de injeção, abastecendo-as de embalagens e recolhendo as embalagens cheias. Tal implicava a existência de algum tipo de móvel estático junto de cada máquina de injeção para colocação de embalagens cheias e suprir as necessidades de materiais de embalagem, ocupando um lugar fixo e dimensões consideráveis. Este móvel teria a desvantagem de ocupar muito espaço. Uma outra opção seria o uso de Trolleys, que teriam a função de transportar os materiais de embalagem a cada máquina. Os Trolleys seriam transportados em segurança pelo comboio até à zona de armazém, e novamente transportados para a zona de injeção contendo o material de embalagem necessário.

Para o dimensionamento do Trolley, foram analisadas todas as dimensões de caixas utilizadas na secção de injeção, verificou-se os seguintes tamanhos máximos aplicados nas embalagens:

- Comprimento: 780 mm;
- Largura: 480 mm;
- Altura: 425 mm.

Depois de obtidas as dimensões máximas das embalagens foi dimensionado o protótipo do Trolley, que se encontra representado na figura 39. O acondicionamento das caixas no Trolley foi projetado de forma que sejam empilhadas umas sobre as outras, perfazendo o máximo da capacidade (calculada para o tempo de passagem). Este modelo permite que as embalagens estejam organizadas junto da máquina, o transporte é mais seguro e mais rápido no momento de recolha do produto acabado pelo operador.



**Figura 39 - Protótipo de Trolleys do Comboio Logístico**

Na tabela 10, estão tabeladas as dimensões do protótipo do Trolley.

Tabela 10 - Dimensões do protótipo de Trolley

Designação	Diâmetro [mm]	Espessura [mm]	Comprimento [mm]
<b>Rodas</b>	150	20	--
<b>Estruturas Verticais</b>	25	--	1400
<b>Estruturas Horizontais</b>	25	--	550
	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Altura [mm]
<b>Plataforma</b>	650	650	2

De forma que o comboio logístico transporte os Trolleys de forma segura surgiu a ideia de existência de carruagens, onde os trolleys encaixam, conforme ilustrado na figura 40. Através das carruagens o transporte dos Trolleys é mais seguro, evitando que as embalagens sejam projetadas ou danificadas durante os trajetos. O encaixe dos Trolleys nas carruagens do comboio por parte do operador é executado de forma célere.



Figura 40 - Protótipo das carruagens com Trolleys do Comboio Logístico

As dimensões do protótipo das Carruagens encontram-se na tabela 10. A altura máxima de uma carruagem é de 1000 mm, o comprimento é de 1500 mm e a largura é de 800 mm. As rodas (seis) estão dimensionadas exatamente como as do Trolley.

Tabela 11 - Dimensões do protótipo de uma carruagem

Designação	Comprimento [mm]	Largura [mm]	Altura [mm]	Diâmetro [mm]
<b>Estruturas horizontais</b>	--	--	1000	25
<b>Estruturas verticais (3)</b>	--	800	--	25
<b>Estrutura Vertical</b>	1500	--	--	25

Assume-se que ao comboio, sejam atreladas até um máximo de 3 carruagens, cada uma das quais pode acoplar 2 Trolleys, e cada Trolley pode conter até um máximo de 4 caixas, dependendo tipo de caixa utilizada.

### Periodicidade do Comboio

A análise deste projeto começou com a pesquisa sobre a eventual periodicidade do comboio, ou seja, o horário e frequência de passagem nas linhas de injeção para a recolha de produto acabado e abastecimento dos materiais de embalagem. Foram avaliadas as necessidades de embalagens dos diferentes produtos aplicados na injeção e realizadas duas simulações nas duas linhas de injeção.

Inicialmente efetuou-se um estudo que resultou da recolha da informação de todos os produtos fabricados, referentes ao ano de 2013, através das gamas operatórias, obtendo-se as seguintes características para cada produto: a máquina em que se injetava; o tempo de ciclo de injeção; o número de cavidades do molde; as quantidades de materiais de embalagem; o tempo de preenchimento de uma embalagem e a quantidade de embalagem ao fim do turno, assim como os materiais de embalagem necessários e suas quantidades.

Ao longo de 3 meses foi efetuado um registo diário sobre os produtos que se encontravam em produção e também a máquina de injeção correspondente, verificando-se que existia um padrão de frequência para alguns produtos injetados nas mesmas máquinas. Foi construído um ficheiro com dados relativos a um determinado dia de produção, colocando os produtos mais frequentes, com informação sobre o tempo de ciclo e tempo total de preenchimento de uma caixa. O ficheiro pretendia determinar o espaço temporal em que é necessário recolher produto acabado e abastecer materiais de embalagem. Na tabela 12 está representado um excerto de um desses ficheiros para o corredor 2 contemplando as linhas 1 e 2. No anexo VIII encontra-se o ficheiro Excel para os dois corredores.

Tabela 12 - Excerto de tabela de recolha de produtos acabados

4/fev/14		Linha 3							Linha 4							TOTAL	TOTAL	
MÁQUINA	CÓDIGO	7	6	5	4	3	2	1	7	6	5	4	3	2	1	ESQ.	DIR.	
TROLLEY		4	4	4	4	6	6	4	4	8	4	4	4	4	4			
IMIN CX		68	28	480	480	162	480	69	24	4,9	20	40	9	30	80			
IMIN TROLLEY		272	112	1840	1840	972	2760	276	96	39,2	80	160	36	120	320			
CORREDOR 1																		
FREQUÊNCIA	30																	
DEFASAMENTO	10																	
PASSAGEM 1		0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	
PASSAGEM 2		30	0,11	0,27	0,02	0,02	0,03	0,01	0	0,31	0,77	0,38	0,19	0,83	0,25	0,09	0	0
PASSAGEM 3		60	0,22	0,54	0,03	0,03	0,06	0,02	0	0,63	1,53	0,75	0,38	1,67	0,50	0,19	2	2
PASSAGEM 4		90	0,33	0,80	0,05	0,05	0,09	0,03	0	0,94	1,30	1,13	0,56	1,50	0,75	0,28	3	3
PASSAGEM 5		120	0,44	1,07	0,07	0,12	0,04	0,43	1	1,25	1,06	0,50	0,75	1,33	1,00	0,38	4	5

De modo a simular um dia de produção, o ficheiro construído baseou-se num dia de produção, o dia 4 de Fevereiro. Foram colocados os códigos que se encontravam em produção e as

máquinas de injeção correspondentes. Na caixa com bordo verde, evidenciam-se as características principais para obtenção do valor da variável TROLLEY, que significa o número de caixas máximas que o Trolley está capacitado, o MIN CX corresponde ao tempo mínimo de preenchimento de uma embalagem, MIN TROLLEY refere-se ao tempo mínimo de preenchimento do Trolley, conforme a capacidade deste. A FREQUÊNCIA determina o tempo de passagem do comboio no corredor, e o DESFASAMENTO é o tempo do comboio entre passagens nos diferentes corredores, ou seja o tempo disponível que o operador possui para recolher e abastecer os corredores. Foram realizadas várias simulações com diferentes frequências e desfasamentos, tentando obter-se os melhores resultados. As passagens avaliadas são de meia em meia hora neste corredor e quando é obtido um valor de 1 ou superior a 1, significa que naquela linha, para um determinado produto, é necessário recolher um Trolley.

Na tabela 13 apresentam-se os resultados obtidos para os dois corredores resultantes da aplicação do ficheiro.

**Tabela 13 - Resultados obtidos: recolha de Trolleys com produto acabado**

Corredor	Linha	Nº Passagens	Total (Trolley)	Média/Passag.
1	1	16	9	2
	2	16	22	
2	3	16	6	3
	4	16	38	

Dos resultados obtidos pode-se verificar que com passagens de 30 em 30 minutos, num total de 16 passagens do comboio durante um turno, obteve-se uma média de 2 Trolleys para o corredor 1 e 3 Trolleys para o corredor 2, por passagem. Este modelo criado no ficheiro, é considerado um modelo ideal porque foram ponderadas todas as máquinas de injeção em funcionamento o que na realidade não acontece, devido às avarias que ocorrem nas máquinas, à existência de máquinas dedicadas a testes de ensaio e também devido à operação de mudança de moldes. Através deste modelo também foi possível averiguar que a operação de acondicionamento de todas as peças numa caixa por parte dos operadores pode ser relativamente curta, por exemplo 4,9 minutos na M6L4; e 9 minutos na M3L4; sendo consideradas as referências críticas para a análise da frequência de passagem do comboio logístico.

De forma a compreender melhor este funcionamento foram realizadas duas experiências nos dois corredores, mas em dias diferentes. As experiências improvisadas realizaram-se usando um empilhador, com o auxílio de um operador de armazém, simulando um comboio logístico,

e também a preparação dos materiais de embalagem necessários para as passagens de abastecimento. O empilhador saía do armazém de materiais de embalagem com os materiais necessários para o abastecimento, dirigia-se ao corredor 1 ou 2 e recolhia as caixas de produto acabado. No fim dirigia-se ao local de produto acabado na produção e distribuía as caixas recolhidas devidamente nas paletes. As passagens nos corredores foram realizadas de 30 em 30 minutos, enquanto o tempo utilizado pelo operador era cronometrado durante todo o seu processo. Os resultados desta simulação permitiram ter conhecimento de vários fatores como: a quantidade de material que era necessário abastecer, as quantidades de embalagem que era suposto recolher, as quantidades de produto que realmente se recolheu; a hora de partida do operador e a hora que o operador terminava as suas funções.

Na tabela 14 ilustram-se os resultados obtidos para a simulação do corredor 1, referente às linhas de injeção 1 e 2. Encontravam-se 17 máquinas em produção, de que resultaram 8 passagens de 30 em 30 minutos do comboio, obteve-se um total de 61 caixas recolhidas, resultando numa média de 1 trolley por passagem. No entanto, ao fim de 8 passagens verificou-se que é possível recolher 5 trolleys com 3 caixas. Em relação ao tempo despendido na execução das atividades do operador do comboio, resultou um tempo mínimo de 3 minutos na primeira passagem e um máximo de 11 minutos na passagem 4, resultando numa média de 8,7 minutos durante a simulação para este corredor, e uma distância percorrida de 71m. No anexo IX, encontra-se a tabela completa com todos os dados recolhidos da simulação do corredor 1.

**Tabela 14 - Resultado da simulação de comboio logístico do corredor 1**

Passagem	Hora passg.	Total Rec	Total Trolley
1	18:16	1	
	18:19		
2	18:45	9	
	18:53		
3	19:16	10	
	19:25		
4	19:45	9	
	19:56		
5	20:15	10	2
	20:25		
6	20:45	10	3
	20:54		
7	21:15	8	3
	21:25		
8	21:41	4	
	21:50		
<b>Total</b>		61	8

A tabela 15 exhibe os resultados do anexo IX para a simulação do corredor 2. Na simulação do corredor 2, foi avaliada a recolha de caixas apenas para a linha 4, com 7 máquinas de injeção.

Como se pode verificar recolheu-se 103 caixas em 9 passagens, resultando numa média de 2,3 trolleys por passagem. O tempo consumido pelas atividades realizadas pelo condutor do comboio foi obtido um tempo mínimo de 5 minutos e um máximo de 8 minutos, com uma média de 6,5 minutos por passagem e uma distância percorrida de 63m.

**Tabela 15 - Resultados da simulação do comboio logístico do corredor 2**

Passagem	Hora	Total Rec	Total Trolley
1	18:00		
	18:08	19	2
2	18:32		
	18:39	10	2
3	19:00		
	19:06	13	3
4	19:31		
	19:36	7	2
5	20:01		
	20:08	11	2
6	20:31		
	20:37	12	4
7	21:01		
	21:07	13	1
8	21:30		
	21:37	12	4
9	21:51		
	21:58	6	1
Total		103	21

### **Interface**

A designação “Interface”, surgiu porque esta nova estrutura se vai situar na fronteira entre a secção de injeção e a zona de armazém, como se pode verificar no layout da figura 41, assinalada a azul, e que evidencia a nova zona fabril. O objetivo do Interface é funcionar como “bordo de linha”, armazenar materiais, com um local fixo e único para cada produto, facilitando e tornando mais rápida as operações do operador do comboio logístico.

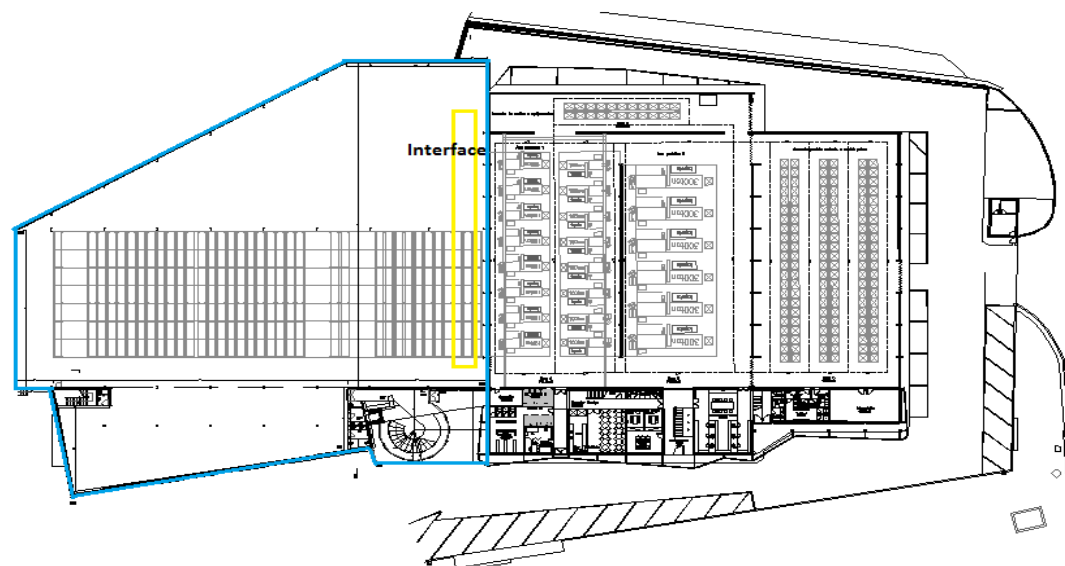


Figura 41 - Layout atualizado com a nova nave fabril

A interface é basicamente uma estante comprida, para armazenamento temporário de troca de materiais entre a secção de injeção e a zona de armazém. A interface foi dimensionada para 45 máquinas (quantidade futura), mais 9 do que as 36 máquinas atuais. As dimensões estimadas da interface são 35 metros de comprimento (cada entrada com 60 cm mais os espaços entre entradas) e 3.35 m de largura, por 2 m de altura, o que permitirá conter 45 entradas. A largura de 3,35 metros permite a retenção de um máximo de 6 caixas por cada entrada. A interface efetua a sinalização, através de um sinal luminoso em cada entrada de produto (do lado do armazém), da necessidade de reposição imediata de material de embalagem na respetiva entrada. Na figura 42, apresenta-se uma representação lateral da Interface referente a uma entrada e saída de material de uma máquina.

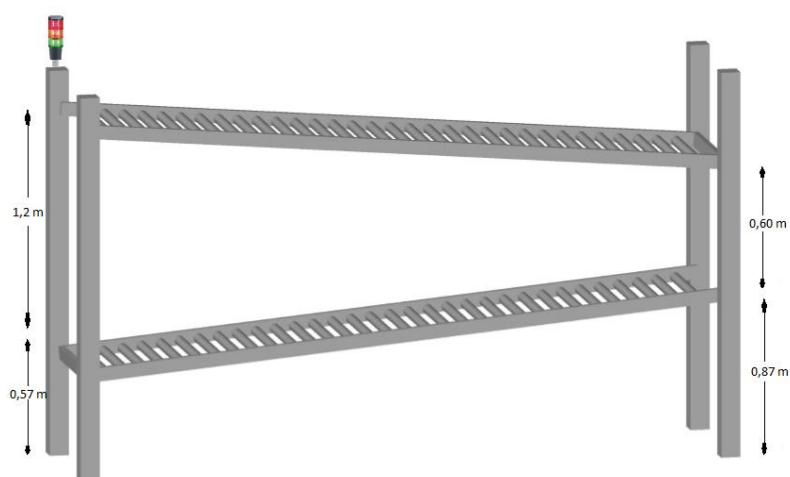


Figura 42 - Interface, representando uma entrada de produto numa máquina de injeção

A mão-de-obra necessária para as funções deste projeto consiste num operador do lado esquerdo (junto do armazém) e um operador do lado direito (lado da secção de injeção). O



operador do lado do armazém recolhe caixas de produto acabado, após a receção do sinal luminoso (a uma altura de 0,57 m) e repõe imediatamente materiais de embalagem (a uma altura de 1,7 m). O operador do lado da produção coloca caixas de produto acabado após paragem do comboio logístico (a uma altura de 0,87 m) e retira os materiais de embalagem (a uma altura 1,47 m). O anexo X apresenta as instruções de trabalho para os operadores da Interface.

### Percurso do Comboio

Foram projetados 3 percursos independentes, sendo o terceiro um projeto futuro, que contemplará a existência de uma nova linha de injeção. Na figura 43, encontra-se o layout da zona de produção com a identificação do local da interface, o corredor 1 correspondente à linha de injeção 1 e 2, o corredor 2 corresponde à linha de injeção 3 e 4, e o percurso 3 corresponderá a um corredor futuro que ficará instalado na atual zona de armazenagem (identificado com o número 3 na figura 43).

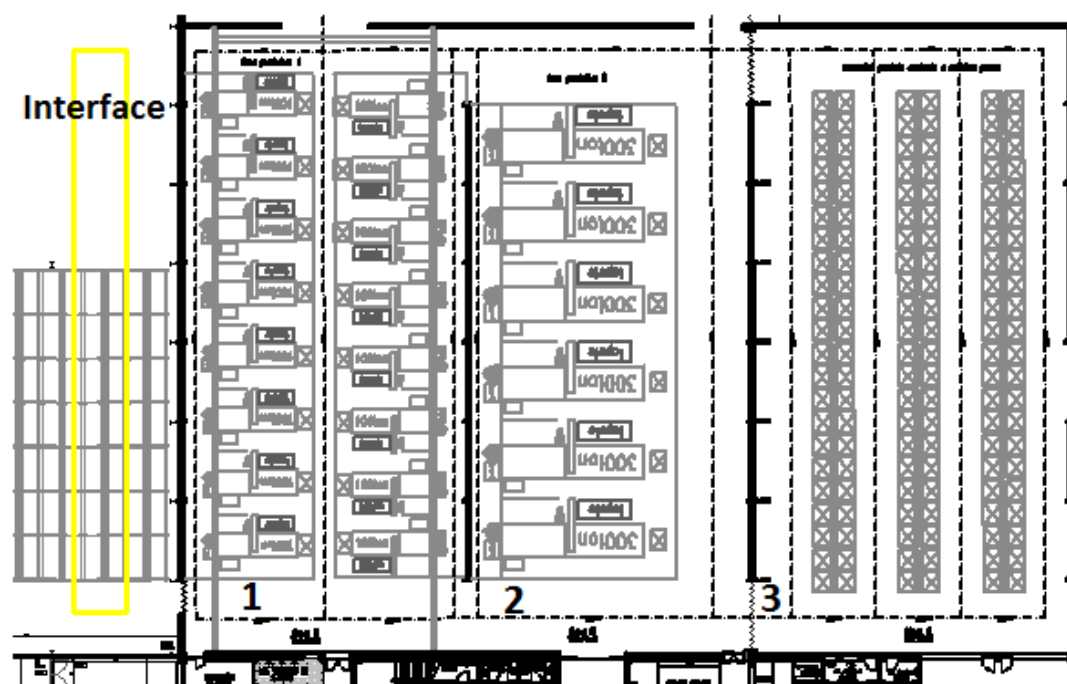


Figura 43 - Layout com o posicionamento da Interface e corredores

Os percursos estão representados na figura 44, correspondendo aos 3 percursos independentes, cada cor de linha corresponde a um percurso, a linha azul referente ao percurso A, a verde o percurso B e a laranja o C.

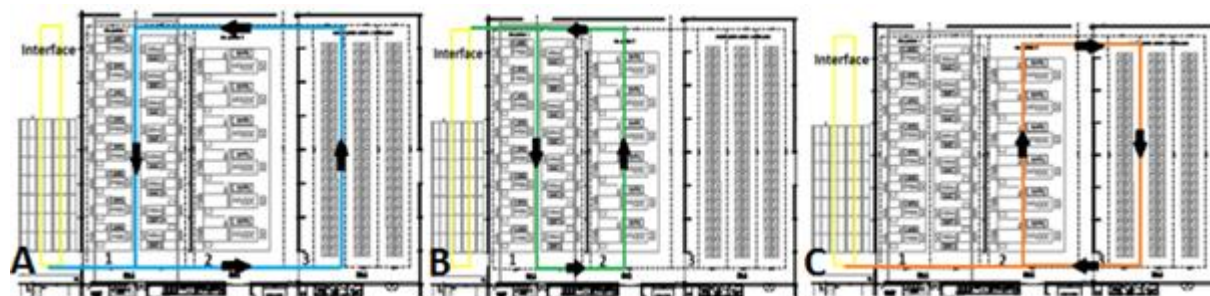


Figura 44 - Percurso do Comboio no Trajeto A,B e C

O percurso A tem o seguinte itinerário, o comboio inicia o transporte no Interface com Trolleys com materiais de embalagem e dirige-se ao corredor 3, efetuando o abastecimento nesta linha, de seguida encaminha-se ao corredor 1 para recolher produto acabado e regressa novamente ao Interface. O itinerário B, inicia no Interface, dirige-se ao corredor 1 de modo a realizar o abastecimento a esta linha e encaminha-se para o corredor 2 para a recolha de produto acabado, por último regressa ao interface. O último percurso o C, tem início no Interface, com destino ao corredor 2 realizando o abastecimento nesta linha e em seguida dirige-se ao corredor 3 para recolher produto acabado e regressa ao Interface.

Na figura 45 está representado o horário para o funcionamento do comboio logístico. Pode-se concluir que os percursos são efetuados de 30 em 30 minutos, com desfasamento entre si de 10 minutos. No anexo XI encontra-se a instrução de trabalho para o operador responsável pelo comboio logístico.

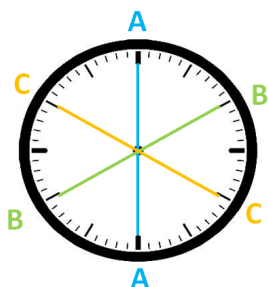


Figura 45 –Horário de funcionamento dos 3 percursos

### Regras de funcionamento

- Cada turno tem que ter um operador responsável pelo comboio.
- Junto de cada máquina encontrar-se-á marcado no piso um espaço para “Trolley de entrada” e outro para “Trolley de saída”.
- Quando o comboio se dirige para um determinado percurso, este recolherá Trolley com produto acabado do espaço de “Trolley de saída”, valorizando sempre os Trolleys preenchidos para a maioria com 4 caixas, em casos que não ocorra esta situação recolhe-se Trolleys com um mínimo de 3 caixas.

- Quando existe excesso de caixas no posto de trabalho, este deve avisar o operador do Comboio para que na próxima volta lhe traga um Trolley com menos uma caixa, caso não seja possível ocorrer esta situação, no fim do turno o operador dirige-se ao Interface e entrega as caixas em excesso aos responsáveis.
- Sempre que o operador do comboio vai-se reabastecer de Trolleys à Interface e dirige-se para a zona de produção, este vai reabastecer a linha onde anteriormente recolheu Trolleys.
- A colocação das caixas no Trolley, junto das máquinas de injeção, deve assegurar que a etiqueta da caixa fique visível (facilitando a identificação das caixas).
- Junto de cada máquina têm de existir 2 Trolleys mais 1 Trolley no Interface. Para alguns casos excecionais em que a cadência da máquina é mais elevada têm de existir 3 Trolleys junto da máquina e 2 no Interface.
- Em cada turno, a zona do Interface deverá ter obrigatoriamente dois operadores:
  - Um do lado da chegada do comboio, em que a sua função consiste em recolher o produto acabado do Trolley e colocar no Interface e abastecer o Trolley com o respetivo material de embalagem.
  - Um do lado do armazém de produto acabado, em que a função consiste em recolher o produto acabado e colocar na respetiva palete e abastecer de imediato material de embalagem
- No chamado Interface existirá uma entrada por cada máquina de injeção, com sinalização luminosa em cada entrada (do lado do armazém), pois significa a necessidade de reposição de material de embalagem na respetiva entrada.
- Em cada entrada deverá ter a identificação do artigo, da máquina em que é injetado e da gama de embalagem com o código do artigo em produção. A pessoa responsável pelas mudanças de molde é a responsável por manter sempre atualizados os documentos das entradas de interface.
- Também na zona de Interface deverá haver espaço no piso para 2 Trolleys, um de saída e um de entrada. O Trolley de saída deve estar sempre preenchido com materiais de embalagem, para que na chegada do comboio não exista perda de tempo com falhas.
- Na realização das pausas os 3 operadores envolvidos neste processo não podem ausentar-se ao mesmo tempo, e também não podem usufruir de períodos de férias em simultâneo, pois necessitam de pessoas para a substituição.

- Os 3 operadores podem e devem ter polivalência nas trocas de funções entre si

### **Recomendação para manutenção**

A manutenção preventiva é recomendada porque podem ocorrer falhas durante o funcionamento do comboio, podendo ser evitadas sem prejudicar o bom funcionamento do comboio. Para isso é sugerida a manutenção do comboio, uma vez que a utilização diária é de 24 horas sem qualquer paragem de descanso para o próprio aparelho. De modo a criar um descanso da utilização do motor é sugerido existir na unidade fabril um comboio suplente, que permite igualmente a substituição imediata em caso de avarias e também permite a realização da manutenção preventiva sugerida para o equipamento. A proposta da manutenção preventiva do comboio é sugerida para intervalos de uso de 1600 horas, ou seja de 10 em 10 semanas, verificando-se se o veículo se encontra em boas condições de funcionamento, assim como em termos mecânicos, efetuando reparações e limpeza.

O mesmo é sugerido para as carruagens do Comboio e os Trolleys em utilização. Para a substituição é recomendado que existam 2 carruagens suplentes (mínimo), para o caso de emergências durante os transportes, de forma a que a sua reposição seja imediata e evite grandes alvoroços, e também na substituição para permitir a realização da manutenção preventiva. A manutenção preventiva para as carruagens consiste em analisar o estado em que se encontram as carruagens, como as rodas e estrutura. A manutenção sugerida é de 4 em 4 semanas. No caso dos Trolleys, é necessário que existam várias unidades suplentes, devido à grande utilização destes equipamentos. A manutenção preventiva deverá realizar-se em alturas diferentes para cada linha, com um intervalo de uma semana. O anexo XII apresenta o plano de manutenção preventiva do comboio, carruagens e Trolleys. O anexo XIII e XIV, fornece formulários para as manutenções das carruagens e Trolleys.

## **5.2 Melhorias na organização: Falhas Identificadas na Secção de Injeção**

Durante a análise da situação atual da zona de produção, verificaram-se algumas falhas na organização de componentes e equipamentos e também na identificação visual de alguns aspetos. Sugeriu-se algumas melhorias no sentido de tornar mais rápido o acesso ao nível da identificação de máquinas, linhas, componentes de acondicionamento das embalagens e equipamentos de limpeza.

Na figura 46 encontram-se sugestões, para identificação e posicionamento em local visível dos dispositivos de aplicação de fita-cola e rolos de substituição em cada corredor.



Figura 46 - Proposta de localização dispositivos de fita-cola e rolos de substituição  
Esquerda - linha nº 1 e 2; direita - linha nº 3 e 4

Foram também implementados dois locais fixos para os equipamentos de limpeza para o corredor 1 e 2, com identificação nos equipamentos, conforme ilustrado na figura 47. Tal permite a reposição sistemática ao mesmo local após o respetivo uso.



Figura 47 - Organização de locais próprios para colocação de utensílios de limpeza  
Esquerda - linha nº 1 e 2; direita - linha nº 3 e 4

A identificação das linhas foi realizada, assim como a identificação das máquinas. A figura 48, ilustra a situação da identificação das 3 linhas.



Figura 48 - Identificação das restantes linhas de injeção

Na figura 49 encontram-se dois exemplos de máquinas identificadas. A sugestão para identificação das máquinas efetuou-se conforme as características de tonelagem de cada máquina e o número da posição em que se encontram na linha. No anexo XV, encontra-se o parque de máquinas da secção de injeção, assim como a identificação proposta para cada máquina.



Figura 49 - Identificação das máquinas de injeção  
À esquerda na M250.1 da linha nº4; e à direita na M.100.2 da linha nº1

De modo a avaliar a continuidade da implementação de 5S efetuada em 2012, foi realizada uma folha para auditoria, com o intuito de analisar e avaliar o estado das implementações efetuadas anteriormente. Tal análise deve permitir identificar o nível de sustentação das medidas anteriores e adesão por parte dos colaboradores. Sugere-se que a auditoria se efetue por alguém externo à secção de injeção e montagem, com uma frequência de uma vez por mês. Os resultados obtidos devem ser expostos em locais visíveis da unidade fabril. No anexo XVI, encontra-se uma proposta para auditoria 5S.

### 5.3 Implementação SMED nas Máquinas Arburg 50T e Arburg 250T

Após a observação e análise da secção de injeção, verificou-se que o tempo utilizado no processo de setup das máquinas de injeção varia de acordo com a dimensão da máquina. A dimensão da máquina condiciona a aplicação dos moldes, conforme a tonelagem de abertura e fecho dos moldes, e também o tipo de matéria-prima utilizada, e, em alguns casos, a aplicação de duas matérias-primas. Para isso procedeu-se à aplicação da metodologia Single-Minute Exchange of Die (SMED), por forma a identificar a sequência de realização das operações e reduzir os tempos associados ao setup. Através da informação existente no registo diário dos produtos, que se encontravam em produção durante 54 dias, obteve-se uma média de 4 setups por dia para as máquinas de tonelagem 50 a 150, e uma média de 3 setups por dia, para as máquinas com tonelagem 200 a 450.

A metodologia adotada para a implementação da técnica SMED às máquinas de injeção está ilustrada no esquema da figura 50.

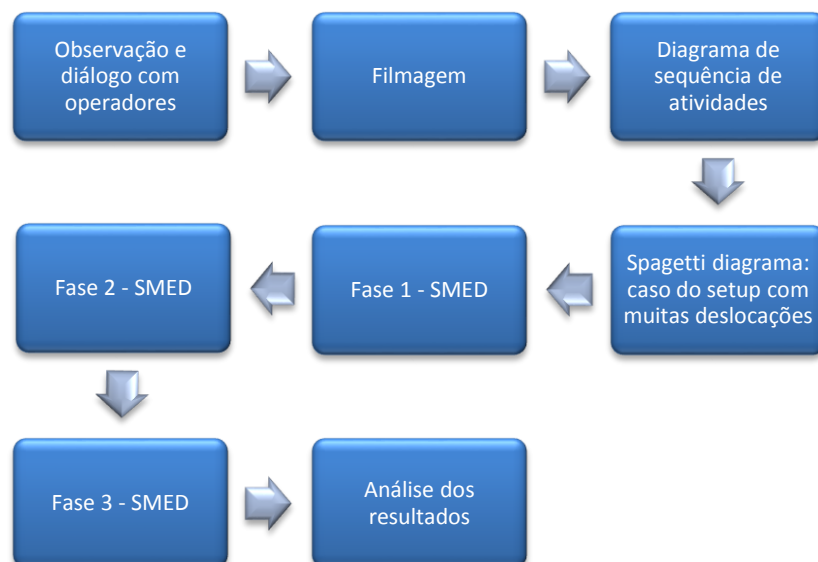


Figura 50 - Passos para a aplicação da metodologia SMED

Inicialmente foram realizadas observações aos processos de setup de modo a compreender as operações realizadas, bem como as técnicas utilizadas, tendo-se solicitado a colaboração dos operadores responsáveis pelas máquinas, no sentido de envolver as pessoas e obterem-se explicações sobre as reais atividades durante os procedimentos de setup. De seguida foram realizadas filmagens, de forma a obter a descrição completa do atual procedimento e os tempos detalhados de cada etapa para as duas máquinas de injeção. Através das filmagens e do recurso a anotações, foi possível realizar um diagrama de sequência, de modo a descrever as atividades desenvolvidas pelo operador durante a execução desta operação.

Foram realizados diagramas de spaghetti para as máquinas de injeção Arburg 50T na M3L3 e Arburg 250T na M4L4, devido às movimentações e deslocações que o operador realiza durante esta operação, verificando também as áreas envolventes durante este processo.

A análise inicial consistiu na aplicação da fase preliminar da metodologia SMED, tendo-se procedido à aplicação das restantes 3 fases de implementação da metodologia, a saber:

**Fase 1** - separação do setup interno e externo;

**Fase 2** - conversão do setup interno em externo;

**Fase 3** - racionalização e melhoria contínua do processo de setup.

#### **Fase 0 - Fase preliminar**

Nesta fase é necessário compreender detalhadamente o procedimento de setup efetuado atualmente. Para a execução das atividades de mudança de molde a secção de injeção tem uma equipa com 3 elementos dedicados à execução desta função. O procedimento habitual para realizar a mudança de molde encontra-se representado na figura 51.

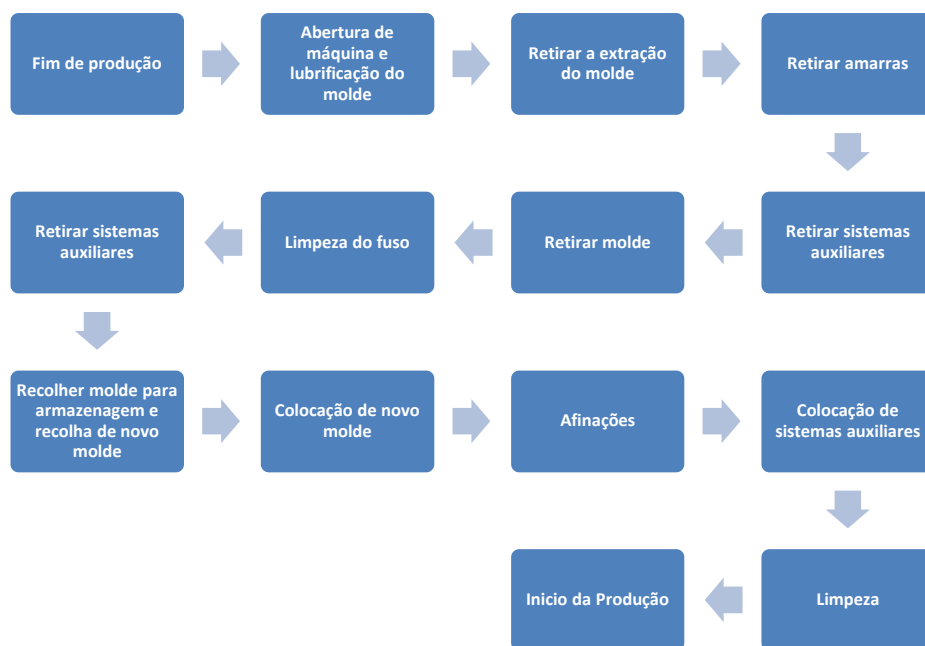


Figura 51 - Esquema do processo atual de mudança de molde

Inicialmente foram efetuadas observações e diálogos com os operadores afetos a este procedimento, permitindo compreender a forma como estes realizam o processo de setup e ter em consideração as suas opiniões em relação a alguns aspetos. Posteriormente, através das filmagens efetuadas e elaboração dos diagramas de sequência, foi possível descrever as atividades do operador para a realização deste processo. Todas as descrições realizadas nos processos de setup foram analisadas com as máquinas paradas, o que significa que todas as etapas a seguir descritas são consideradas internas.

A descrição detalhada do procedimento de setup para a máquina Arburg 50T está descrita na tabela nº 16 e inclui 46 operações distintas.



Tabela 16 - Descrição do processo de setup para a máquina Arburg 50T

Obs. nº	Descrição
1	Abrir porta da máquina e colocar Spray (não oxidação)
2	Fecho do molde (união)
3	Retirar e desencaixar haste da máquina
4	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
5	Continuação da operação 3
6	Colocação de olhal para a extração do molde
7	Posicionamento da grua para retirar molde
8	Colocação do gancho de grua no olhal do molde
9	Desapertar as amarras do molde
10	Retirar manguelras
11	Abrir prato do lado da extração
12	Retirar haste de extração do molde
13	Desapertar última amarra/parafuso
14	Retirar molde com o auxílio da grua e colocar em porta-paletes
15	Preenchimento de documentos
16	Verificação de temperatura para limpar fuso
17	Limpeza do fuso
18	Limpeza de peças do produto anterior
19	Arrumar manguelras e moinho
20	Retirar estufa e arrumar
21	Transportar molde para a manutenção e voltar com novo
22	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
23	Alterar posições das amarras anteriores
24	Colocação de novo molde com auxílio de grua
25	Apertar as amarras no novo molde
26	Operador foi buscar haste que não tinha junto dele
27	Colocação de haste no molde
28	Retirar haste de extração do molde
29	Operador foi buscar nova haste
30	Verificação de haste
31	Colocação de haste no molde
32	Retirar haste de extração do molde
33	Operador foi buscar nova haste
34	Colocação de haste no molde
35	Fechar prato para apertar haste à máquina
36	Apertar as amarras nas devidas condições
37	Retirar grua do olhal do molde e olhal
38	Retirar travão do molde
39	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
40	Continuação da operação 31
41	Abrir molde
42	Afinações (molde e extração)
43	Painel de controlo (redefinição de novo produto)
44	Afinações finais (molde, extração e fuso)
45	Colocação de manguelras
46	Limpeza de máquina e espaço, colocação de moinho

A descrição detalhada do procedimento de setup para a máquina Arburg 250T está descrita na tabela 17, e inclui 89 operações distintas.

Tabela 17 - Descrição detalhado do processo de setup para a máquina Arburg 250T

Obs. nº	Descrição
1	Colocação do molde no posicionamento correto para extração
2	Abertura de máquina de inieção e colocação de spray (antioxidante)
3	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
4	Desapertar e retirar haste do molde
5	Operador recolheu comando de grua
6	Fecho do molde para remoção
7	Retirar mangueiras/fios/ligações
8	Retirar 2º aspirador (por ser de binieção)
9	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
10	Continuação da operação nº8
11	Continuação da operação nº7
12	Operador recolheu porta-paletes
13	Continuação da operação nº7
14	Colocação do olhal no molde
15	Posicionamento da grua junto do molde
16	Colocação do olhal no gancho do molde
17	Retirar as amarras do molde
18	Abrir prato de extração
19	Retirar haste
20	Operador recolheu panos de limpeza
21	Retirar o molde da máquina
22	Operador transportar molde e fazer registo na manutenção
23	Operador recolheu sacos plásticos
24	Limpeza do 2º aspirador e funil da MP2
25	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
26	Continuação da operação nº24
27	Limpeza do aspirador principal (fonte de alimentação)
28	Operador recolheu misturador de pigmento
29	Continuação da operação nº27
30	Operador recolheu panos de limpeza
31	Continuação da operação nº27
32	Limpeza do misturador de pigmento
33	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
34	Verificação do painel de controlo
35	Operador foi buscar matéria-prima para limpar fuso
36	Verificação do painel de controlo da temperatura
37	Arrefecimento do disjuntor do quadro elétrico
38	Limpeza do fuso
39	Operador recolheu mais matéria-prima de limpeza do fuso
40	Continuação da operação nº38
41	Retirar aspirador/aplicação de máquina de pigmento/colocação na máq.
42	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
43	Continuação da operação nº41
44	Operador retirou material do produto anterior
45	Operador recolheu materiais que necessitava
46	Limpeza de material
47	Operador recolheu estufa
48	Limpeza e arrumação de local
49	Operador foi ligar/desligar "ligações elétricas"
50	Limpeza de estufa
51	Operador recolheu produto de limpeza
52	Continuação da operação nº50
53	Limpeza de chão e arrumações
54	Preenchimento de documentos
55	Operador recolheu novo molde na zona da manutenção
56	Operador retirou documentos do antigo produto e recolheu do novo
57	Operador posiciona grua e coloca molde na máquina
58	Verificar nivelamento do molde
59	Apertar as amarras
60	Colocação da haste
61	Operador foi buscar um óleo
62	Colocação de óleo na haste
63	Continuação da operação nº60
64	Colocação das restantes amarras
65	Retirar gancho do olhal da grua
66	Continuação da operação nº59
67	Colocação de mangueiras
68	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele
69	Retirar olhal
70	Abrir o molde
71	Colocação da peça para completar a haste
72	Verificação da colocação da haste
73	Colocação de dados do novo produto no painel de controlo
74	Afinações
75	Colocação do 2º Aspirador
76	Continuação da operação nº74
77	Afinações
78	Colocação de mangueiras
79	Operador recolheu mangueiras
80	Operador retirou material do produto anterior
81	Colocação de ligações
82	Continuação da operação nº78
83	Operador recolheu mangueiras
84	Continuação da operação nº78
85	Preparação
86	Afinações finais
87	Arrumação de ferramentas
88	Colocação de documentos na máquina
89	Colocação da estufa

Depois da descrição detalhada das operações executadas pelo operador verificou-se, através das filmagens o tempo de setup da máquina Arburg 50T. Esta possui um tempo de setup de

87 minutos, mas durante a filmagem deste processo aconteceu um problema não muito comum com a colocação da haste no molde. O problema reporta-se às atividades nº27,28,29,30,31,32,33. O problema surgiu quando o operador colocava a haste e verificou que o seu posicionamento não estava correto. O operador precisou então de retirar a haste, recolheu uma nova haste da secção de manutenção e voltou a colocá-la de novo, tendo necessidade de voltar a verificar o respetivo posicionamento. Mas, uma vez mais também a nova haste não estava bem posicionada, o que obrigou a nova iteração do procedimento descrito. Esta situação ocorreu porque a haste que pertencia a este molde se encontrava numa máquina em utilização. Como tal se verificou, foram experimentadas outras hastes. No entanto, para solucionar este problema, teve-se que cortar uma haste de forma a obter a medida certa para o molde em utilização. Esta ocorrência veio a provar ser uma situação excecional, pelo que se procedeu à sua eliminação do tempo total de setup. Como as operações 27 a 33 somavam 22,1 minutos, o tempo total de setup considerado foi então de 64,9 minutos (3894 segundos).

No caso da máquina Arburg 250T, sendo esta uma máquina de maior dimensão, com moldes também de maiores dimensões, requer um tempo de setup maior. Para este tipo de mudanças de molde é possível estarem dois operadores em simultâneo a realizar o respetivo setup. No entanto o número de operadores disponíveis para efetivamente o realizarem depende da carga de trabalho ao longo do dia. Neste caso em concreto, a filmagem foi realizada com um único operador, o que representa a situação mais comum na empresa, sendo possível identificar todas as etapas praticadas neste tipo de operação. O total de tempo obtido neste setup foi de 3 horas e 29 minutos (12537 segundos). O anexo XVII apresenta os tempos das operações de setup e o respetivo diagrama de sequência. Na tabela 18 apresentam-se os registos de frequências por tipo da atividade registadas durante o setup das duas máquinas.

**Tabela 18 - Resultados obtidos dos diagramas de sequência dos setups**

<b>Tipo máquina</b>	<b>Arburg 50T</b>	<b>Arburg 250T</b>
<b>Atividade</b>		
<b>Operação</b>	28	55
<b>Transporte</b>	6	26
<b>Armazenamento</b>	1	2
<b>Controlo</b>	4	5
<b>Espera</b>	0	1
<b>Tempo total (s)</b>	3894	12537
<b>Distância (m)</b>	79,4	490

Como se pode verificar na tabela 18, o tempo de setup da máquina Arburg 250T é mais elevado, assim como as restantes características assinaladas na tabela. Isto deve-se ao facto de a máquina ser de maior dimensão, assim como os moldes e também por ser uma máquina de introdução de duas matérias-primas. Verifica-se que a distância percorrida pelo operador é maior que na máquina Arburg 50T. A figura 52 permite verificar que para o processo atual da máquina Arburg 250T existe maior quantidade de atividades relacionadas com o transporte.

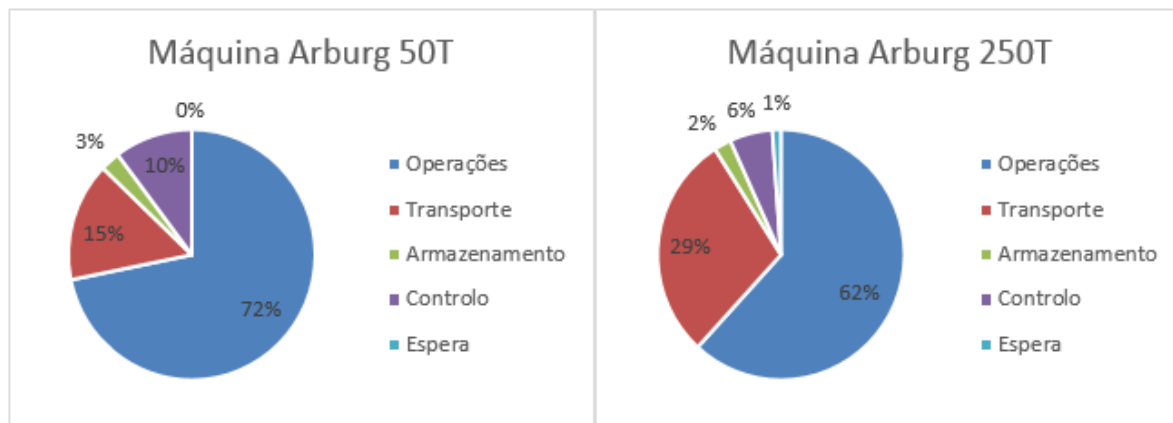


Figura 52 -Atividades (%) realizadas pelo operador (setup) para a máquina Arburg 50T e 250T

De modo a ser mais perceptível a natureza das deslocações realizadas pelos operadores durante o processo da mudança de molde, foi realizado um diagrama de Spaghetti, evidenciando os locais das deslocações dos operadores para as duas máquinas, figura (53 e 54). O local sinalizado com cor vermelha representa o armário de ferramentas.

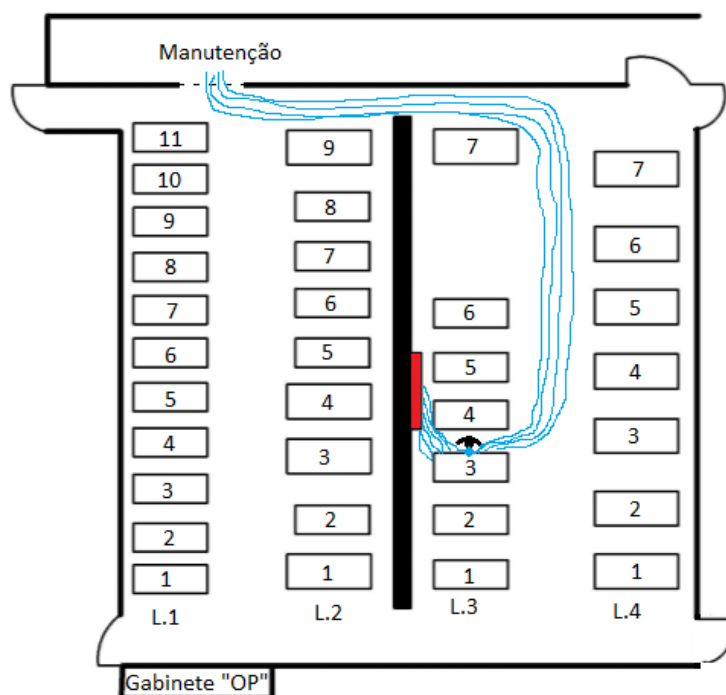


Figura 53 - Diagrama de Spaghetti do operador da máquina Arburg 50T



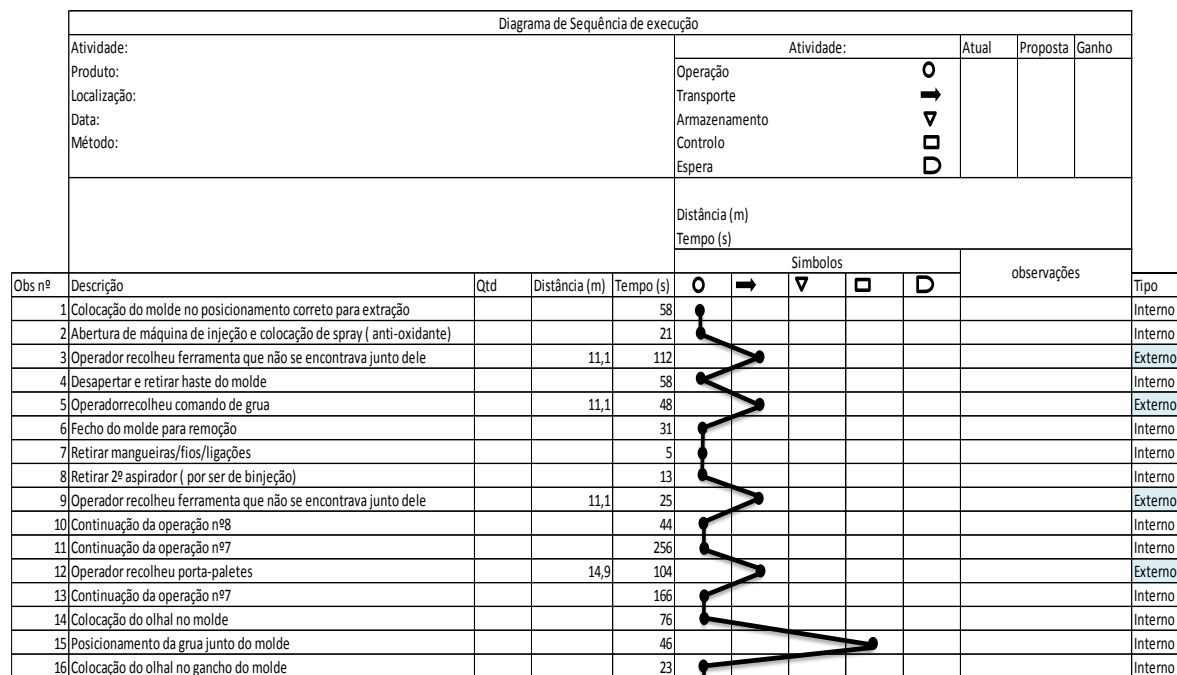


Figura 56 - Excerto do diagrama de sequência da máquina Arburg 250T

Na análise da separação de setup interno em externo, verificou-se que em ambos os processos, o operador afeto às atividades efetua algumas movimentações, como por exemplo: deslocações por falta de ferramentas, recolha de materiais de limpeza, entre outros. Este tipo de situações é mais frequente na máquina Arburg 250T e um pouco menos na Arburg 50T.

Do conjunto de operações de movimentação mencionadas acima na descrição da máquina Arburg 50T, foram selecionadas as atividades em que o operador se desloca para recolher ferramentas e objetos necessários pois são consideradas excessivas e desnecessárias. Se o operador responsável pelo setup previamente preparar um carrinho, com o auxílio de uma checklist, verificando tudo o que é necessário, estas deslocações podem ser eliminadas. Na figura 57, estão representadas as atividades, distâncias e tempo total. No anexo XVIII encontra-se a checklist para o carrinho de setup.

Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo
					○	→	▽	□	D		
4	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele			9,9	10	●					Externo
22	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele			9,9	48	●					Externo
26	Operador recolheu haste que não tinha junto dele			9,9	83	●					Externo
32	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele			9,9	21	●					Externo
Total					39,6	162					

Figura 57 - Atividades externas nas movimentações do operador Arburg 50 T

Foram selecionadas as atividades da figura 58, pois estas operações foram realizadas durante o processo de mudança de molde, tornando-o moroso, no entanto foram consideradas atividades externas. Se a sua realização for efetuada no fim de todo o processo poderá diminuir consideravelmente o tempo de setup.

Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo	
					○	→	▽	□	D			
15	Preenchimento de documentos			37								Externo
18	Limpeza de peças do produto anterior		1,2	35	●							Externo
21	Transportar molde para a manutenção e voltar com novo		37,4	354		●						Externo
39	Limpeza de máquina e espaço, colocação de moinho		1,2	1020	●							Externo
Total				39,8	1446							

Figura 58 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 50T

Na separação de setup interno em externo na máquina Arburg 250T foram selecionadas 18 atividades relacionadas com movimentações do operador devido a recolha de ferramentas, objetos e outros componentes necessários durante a execução da mudança de molde. Na figura 59, encontra-se as 18 atividades, assim como o total de tempo e distâncias envolvidas nestas atividades. De forma a reduzir ou eliminar este tempo é sugerido realizar uma check-list, verificando todo o material, ferramentas e equipamentos necessários ao processo colocando-os num carro apropriado para as mudanças de molde.

Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo	
					○	→	▽	□	D			
3	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	112		●						Externo
5	Operador recolheu comando de grua		11,1	48		●						Externo
9	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	25		●						Externo
12	Operador recolheu porta-paletes		14,9	104		●						Externo
20	Operador recolheu panos de limpeza		11,1	33		●						Externo
23	Operador recolheu sacos plásticos		34,9	103		●						Externo
25	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	37		●						Externo
30	Operador recolheu panos de limpeza		11,1	43		●						Externo
33	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	93		●						Externo
35	Operador foi buscar matéria-prima para limpar fuso		34,9	146		●						Externo
39	Operador recolheu mais matéria-prima de limpeza do fuso		34,9	66		●						Externo
42	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	32		●						Externo
45	Operador recolheu materiais que necessitava		34,9	104		●						Externo
51	Operador recolheu produto de limpeza		11,1	26		●						Externo
61	Operador foi buscar um óleo		11,1	19		●						Externo
68	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	49		●						Externo
79	Operador recolheu manguelras		11,1	180		●						Externo
83	Operador recolheu manguelras		11,1	20		●						Externo
Total				298,8	1240							

Figura 59 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T

As atividades, tais como as de transporte e de recolha de equipamentos, moldes, e documentos, foram consideradas atividades externas. Estas atividades encontram-se na figura 60. Verifica-se que estas atividades consomem tempo excessivo, podendo ser realizadas antes do setup iniciar, para o caso dos equipamentos, molde, e após o setup terminar, nas tarefas de preenchimento e colocação de documentos.

Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo	
					○	→	▽	□	D			
22	Operador transportar molde e fazer registo na manutenção		34	502			●					Externo
28	Operador recolheu misturador de pigmento		34	220			●					Externo
47	Operador recolheu estufa		34	289			●					Externo
54	Preenchimento de documentos			193	●							Externo
55	Operador recolheu novo molde na zona da manutenção		34	316			●					Externo
56	Operador retirou documentos do antigo produto e recolheu do novo		44,5	812			●					Externo
88	Colocação de documentos na máquina			58	●							Externo
Total				180,5	2390							

Figura 60 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T

As atividades relacionadas com a limpeza da parte exterior da máquina, limpeza de chão de fábrica e arrumações de materiais, estão representadas na figura 61, tendo sido consideradas operações externas. Sugere-se que as atividades se realizem no fim do processo de setup.

Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo
					○	→	▽	□	D		
44	Operador retirou material do produto anterior			13	●						Externo
46	Limpeza de material			41		●					Externo
48	Limpeza e arrumação de local			149		●					Externo
53	Limpeza de chão e arrumações			1252		●					Externo
80	operador retirou material do produto anterior			101		●					Externo
87	Arrumação de ferramentas			108			●				Externo
Total				1664							

Figura 61 - Atividades consideradas externas da máquina Arburg 250T

Após aplicação da fase 1 do SMED, de acordo com as propostas acima enunciadas, pretendeu-se diminuir o tempo de setup, através da preparação de um carro apropriado a este tipo de operações com as ferramentas e materiais necessários ao tipo de molde, assim como com a preparação e colocação de equipamentos necessários junto da máquina, como molde e estufas, realização de processos como preenchimento de documentos, colocação de documentos, limpeza e arrumação no fim de todo o processo de mudança de molde. Estima-se que, se as medidas apontadas fossem implementadas na sua totalidade, haveria ganhos consideráveis, de cerca de 41,3% e 42,2% do tempo. Tal ganho dever-se-ia à eventual realização de atividades que efetivamente são externas, mas são atualmente realizadas com as máquinas paradas, respetivamente nas máquinas Arburg 50T e Arburg 250T, conforme ilustrado na tabela 19.

Tabela 19 - Resultados obtidos com aplicação da fase 1 de SMED

Tipo máquina	Arburg 50T		Arburg 250T	
	Setup Interno	Setup Externo	Setup Interno	Setup Externo
<b>Operação</b>	28	0	52	3
<b>Transporte</b>	0	6	0	26
<b>Armazenamento</b>	0	1	0	2
<b>Controlo</b>	3	1	5	0
<b>Espera</b>	0	0	1	0
<b>Tempo total (s)</b>	2286	1608	7243	5294
<b>Percentagem (tempo) %</b>	58,7%	41,3%	57,8%	42,2%
<b>Distância (m)</b>	0	79,4	11,1	479,3

Com a aplicação da fase 1 do SMED foi possível separar atividades internas das externas, conforme ilustrado na tabela 19. Verifica-se que é possível uma redução de tempo total de 26,8 minutos para a máquina Arburg 50T e para a máquina Arburg 250T um resultado de 88,2 minutos. Verificando-se também uma redução significativa nos trajetos efetuados pelo operador, para a máquina de Arburg 50T, na ordem dos 77 metros, e para a máquina Arburg 250T com 479,3 metros.



## Fase 2-Converter setup interno em setup externo

A fase 2 do SMED requer uma nova análise do processo de setup, mas mais pormenorizada, no sentido de converter operações internas em externas.

Posteriormente à análise aprofundada conclui-se que existem atividades que podem ser convertidas sem causar modificações exageradas às operações normais efetuadas pelos operadores. Para a máquina Arburg 50T efetuaram-se as seguintes conversões:

**Conversão da atividade nº7** (posicionamento da grua para retirar molde) – esta atividade é realizada por um único operador da equipa de setup, sendo possível preparar esta atividade antes da máquina parar, pois o posicionamento da grua na máquina não prejudica as operações dos outros operadores. A equipa de setup é constituída por 3 pessoas e normalmente, duas pessoas são sempre as mais responsáveis pelas mudanças de molde.

**Conversão da atividade nº 9, 13, 25 e 29** (desapertar as amarras dos moldes, desapertar a última amarra/parafuso, apertar as amarras do novo molde e apertar as amarras nas devidas condições) – as atividades que envolvem amarras requerem muito tempo do tempo total das atividades, respetivamente: 2,48; 0,41; 4,28 e 3,08 minutos. De forma a diminuir estes tempos propõe-se a aplicação do sistema de fixação rápida de moldes. A figura 62 apresenta o sistema utilizado na empresa (lado esquerdo) e o sistema proposto (lado direito).



Figura 62 - Proposta de sistema de fixação rápida de molde (retirado de Staubli “Mechanical quick mold clamping systems”)

O sistema rápido de fixação de molde foi sugerido pois contém as seguintes características: fixação rápida; não requer outro tipo de máquina; previne o risco de acidentes; é um processo simples de aperto e a sua aplicação é versátil.

Para o caso da máquina Arburg250T as atividades convertidas são as seguintes:

**Conversão da atividade nº15** (posicionamento da grua junto do molde) – A atividade de posicionamento da grua para esta máquina requer 0,77 minutos. O posicionamento prévio da grua antes da máquina permite eliminar este tempo sem causar qualquer tipo de obstáculo aos outros operadores.

**Conversão da atividade nº17, 59, 64 e 66** (retirar as amarras, apertar as amarras, colocação das restantes amarras, continuação da operação nº59) – As atividades relacionadas com as amarras consomem, respetivamente, os seguintes tempos: 3,96; 2,63; 1,43 e 0,80 minutos. Para diminuir o tempo de execução destas operações sugere-se a aplicação de um sistema de fixação rápida do molde. Na tabela 20 estão representados os ganhos estimados para as propostas sugeridas.

Tabela 20 - Ganhos estimados com aplicação da fase 2 de SMED

Tipo máquina	Arburg 50T	Arburg 250T
Ganhos Estimados (seg.)	638	505
Tempo total (seg.)	1648	6738

Na tabela 21 encontra-se apresentado o total das atividades das conversões de setup interno em externo, assim como o tempo total e a percentagem resultante da separação.

Tabela 21 - Resultados obtidos com aplicação da fase 2 de SMED

Tipo máquina	Arburg 50T		Arburg 250T	
	Setup Interno	Setup Externo	Setup Interno	Setup Externo
Operação	24	4	48	7
Transporte	0	6	0	26
Armazenamento	0	1	0	2
Controlo	1	3	4	1
Espera	0	0	1	0
Tempo total (s)	1648	2246	6738	5799
Percentagem (tempo) %	42,3%	57,6%	53,7%	46,3%
Distância (m)	0	79,4	11,1	479,3

Pode-se concluir que através das propostas acima mencionadas, obtêm-se um tempo total de setup para a máquina Arburg 50T de 27,4 minutos, e para a máquina Arburg 250T um tempo total de 112,3 minutos.



Tabela 22 - Resultados obtidos com aplicação da fase 3 de SMED

Tipo máquina	Arburg 50T		Arburg 250T	
	Setup Interno	Setup Externo	Setup Interno	Setup Externo
Operação	21	7	37	18
Transporte	0	6	0	26
Armazenamento	0	1	0	2
Controlo	1	3	3	2
Espera	0	0	0	1
Tempo total (s)	1392	2502	3524	9013
Percentagem (tempo) %	35,7%	64,3%%	28,2%	71,8%
Distância (m)	0	79,4	11,1	479,3
Tsetup inicial	64,9 min.	Ganho	3 h e 29min.	Ganho
Tsetup final	23,2 min.	41,7min (64%)	58,7 min.	150,3 (72%)

Na figura 65 estão representados dois gráficos, do tempo de setup interno com as percentagens das atividades resultantes após a aplicação da metodologia SMED.

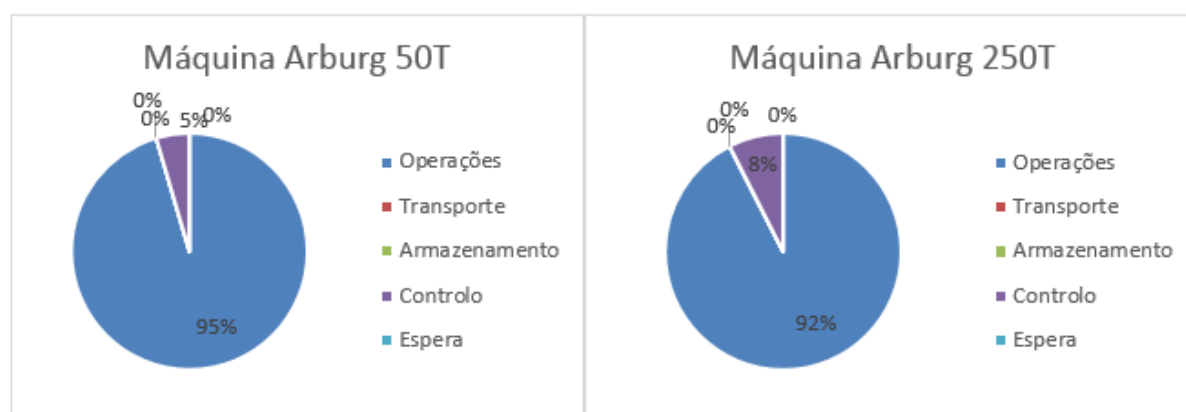


Figura 65 - Atividades realizadas pelo operador após SMED (%):Arburg 50T e 250T

Na tabela 23, encontram-se a síntese dos resultados obtidos após a análise de SMED.

Tabela 23 - Síntese de resultados obtidos do SMED

Tipo máquina	Temp. Inicio (min)	Temp. fim (min)	Temp. Ganho (min)
Arburg 50T	64,9	23,2	41,7
Arburg 250T	209	58,7	150,3

A aplicação da metodologia SMED permite reduzir o tempo de setup da Arburg 50T de 64,9 para 23,2 minutos, o que corresponde a uma redução da ordem dos 64%. Na Arburg 250T a redução é ainda maior, 72%, correspondente à redução de uns significativos 209 minutos (3h29m) para 58,7 minutos.

O tempo improdutivo anterior por cada setup (41,7 min. na Arburg 50T e 150,3 min. na Arburg 250T) pode assim ser convertido em produção efetiva, o que corresponderia a 125 peças adicionais para a máquina Arburg 50T e 148 peças para a máquina Arburg 250T. Realizam-se em média 4 setups por dia nas máquinas Arburg 50T (e suas congéneres) e 3 setups por dia nas Arburg 250T e suas congéneres, o que significa, assumindo que as restantes máquinas possuem TC médios equivalentes às máquinas estudadas, que seria expectável um aumento da produção de 500 peças por dia nas máquinas Arburg50T (e suas congéneres) e de 444 peças por dia nas máquinas Arburg250T (e suas congéneres).

### 5.3.1 Implementação SMED na Máquina de Injeção Arburg 100T M5 linha 2

Após efetuada toda a análise SMED e detalhadamente comunicada ao supervisor de produção, foram apresentadas as sugestões de melhoria para as atividades da mudança de molde. Acordou-se então implementar as alterações SMED propostas a uma máquina congénere da Arburg 50T, exceto o sistema de fixação rápida do molde, por requerer a compra e instalação do dispositivo, o que obviamente envolve custos.

De modo a registar a implementação foram tiradas fotografias aos aspetos sugeridos e também foi cronometrado o tempo de realização de todas as atividades. Inicialmente foi posicionada a grua, colocado o molde novo a entrar num porta-paletes junto da máquina, assim como as mangueiras que irão ser utilizadas e um carrinho com as ferramentas necessárias para a mudança, conforme a check-list proposta no anexo XVIII. Na figura 66, encontram-se as imagens das sugestões de preparação, antes de qualquer atividade de mudança de molde começar.



**Figura 66 - Implementação SMED: (A) preparação de molde; (B) mangueiras; (C) posicionamento de grua**

Na figura 67, pode-se verificar, tendo por base a check-list efetuada da organização de um carrinho de ferramentas, os seguintes elementos: panos de limpeza, benzina (limpeza de equipamentos), abraçadeiras (apertar amarras/mangueiras), spray-cera (lubrificação de

molde), chave umbraco, chave de umbraco para travão, chave de fendas, chave em cruz, chave de canos.



**Figura 67 - Carrinho de ferramentas para mudança de molde, com o auxílio de check-list**

Depois de toda a preparação efetuada e após a paragem de máquina de injeção, iniciou-se o setup, com dois operadores. O operador 1 ficou responsável por retirar o molde, retirar as mangueiras, tirar amarras, colocar novo molde, apertar novas amarras, colocar novas mangueiras, inserir no programa da máquina a referência do produto e efetuar afinações. Enquanto isso o operador 2 realizava as tarefas de limpeza de estufa, limpeza de entrada de matéria-prima e moinho. Concluíram o processo com um tempo total de 25 minutos e 48 segundos até arranque da máquina. Procedeu-se então à limpeza do chão do PT da fábrica, à recolha de produtos anteriores, colocação de documentos do produto novo e remoção dos anteriores e transporte do molde retirado para a manutenção, tarefas realizadas pelo operador 1, enquanto o operador 2 posicionava os equipamentos que usou no setup.

#### **5.4 Abastecimento às Linhas da Secção de Montagem**

De forma a eliminar ou reduzir as atividades relacionadas com os abastecimentos às linhas de montagem, sugere-se que exista uma pessoa não afeta aos processos de montagem que realize as atividades de abastecimento. O objetivo principal do abastecedor, recorrendo-se de um carro, como o ilustrado na figura 68, permite transportar a quantidade de materiais de embalagem, componentes externos à injeção e produtos a entrar em produção, necessários para os postos de trabalho, repor as quantidades requisitadas num armário localizado em cada posto, recolher produto acabado e transportar até um local próximo do armazém, para posterior paletização.

As vantagens de um abastecimento possibilitarão a redução da quantidade de WIP junto dos postos de trabalho, libertar paletes desta secção, desimpedindo a visualização entre postos, assim como a redução ou mesmo eliminação das deslocações e movimentações de materiais e produtos por parte dos operadores.

Foi analisada a frequência de passagem do operador, através da análise do estudo de tempos dos processos desta secção. Para tal, foram avaliados períodos de passagem, de forma que a recolha de embalagens não fosse desproporcionada com a capacidade útil do carro de transporte. No anexo XIX, encontra-se a tabela com o resultado de embalagens obtidas num período de 30 minutos para todos os produtos analisados. Num dia de produção normalmente estão entre 8 a 11 produtos em produção nesta secção. Como exemplo, para um determinado dia, foi avaliada a quantidade de recolha de produto acabado (embalagens completas) numa passagem a intervalos de 30 minutos em 8 postos de trabalho, cujos resultados se encontram na tabela 24.

**Tabela 24 - Resultados obtidos: abastecedor com intervalo de passagem de 30 minutos**

Produtos/Posto	Temp.(min.) Caixa/Rack	Quantidade/Passag.
<b>1TRW00001</b>	37	1
<b>1TRW01002</b>	76	0,4
<b>1Pre00001</b>	7	5
<b>0TRW00084-85</b>	4	7
<b>1Bor000013</b>	86	0,4
<b>1Bor000013</b>	86	0,4
<b>1Pre00021</b>	9	3
<b>1Bor000023</b>	6	5
<b>Total de caixas</b>		18

Um dia de produção desta secção, com 8 postos de trabalho em funcionamento, e um abastecedor com uma frequência de passagem de 30 minutos, obteve-se um total de 18 caixas de produto acabado. Este valor não contempla a quantidade de 1Pre00021, pois pertence a um produto que tem de ser colocado em Rack, possuindo um procedimento distinto. Estes produtos não podem ser transportados como as restantes embalagens, só são transportados quando a encomenda ou palete estiver completa e o produto acabado selado com película aderente. Este tipo de produto posicionado em rack, tem de ter um tratamento especial devido à sua peculiaridade de segurança e limpeza.

Como suporte de embalagens nos postos de trabalho, sugerem-se estantes como as que estão representadas na figura 68. Cada posto deve ter 2 estantes, uma para o produto acabado e

outra para o produto a entrar em produção e componentes externos à injeção. A estante de produto acabado deve possuir 1,35m de altura e 1,20 de profundidade, possibilitando a colocação de 9 caixas (quantidade necessária para o tempo de 30 minutos) nas duas prateleiras. A estante de produto a entrar e componentes externos à injeção, deve possuir 1,95m de altura e 1,20 de profundidade, possuindo 3 prateleiras, uma dedicada aos componentes, e as restantes à mesma quantidade de produto acabado, possibilitando a colocação de 9 caixas. Cada prateleira possui uma dimensão tal que permite a utilização dos diversos tamanhos de caixas da empresa.



**Figura 68 - Estante para colocação de materiais de embalagem e produto acabado nos PTs (retirado de “Europneumaq Lda”)**

A pessoa responsável vai ser portadora de um carro para o transporte de embalagens. No caso dos racks sugere-se que o transporte seja realizado usando porta-paletes. A figura 69 ilustra uma proposta de carro de fornecimento de materiais.



**Figura 69 - Carrinho de transporte de materiais de embalagem e produto (retirado de “Europneumaq Lda”)**

A dimensão do carro de fornecimento de materiais é determinada pela quantidade de caixas a cada 30 minutos. De forma que o carro tenha uma capacidade de abastecimento/recolha das 18 caixas é sugerido que existam dois carros, conforme o descrito na figura 69, cada um dos



quais com capacidade para 9 caixas. Assim o carro deve ter 1,65m de comprimento e 1,74m de altura e uma largura de 55 cm (prateleiras espaçadas de 55cm).

Como o local de montagem da nova secção vai ser junto do novo armazém, tal vai possibilitar que o operador de abastecimento percorra distâncias mais curtas.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS E TRABALHO FUTURO

Neste capítulo efetuam-se as considerações finais ao trabalho desenvolvido e também são efetuadas algumas propostas de trabalho futuro.

### 6.1 Considerações Finais

O projeto tinha como principal objetivo a melhoria dos processos de abastecimento das linhas de injeção e redução dos desperdícios associados ao WIP na secção de injeção. Foi desenvolvido um projeto de um comboio logístico abrangendo a área de injeção, no entanto a implementação não foi concretizada uma vez que a empresa optou por fazê-lo somente quando a nova nave industrial estivesse terminada. Quanto aos objetivos específicos, as propostas elaboradas foram ao encontro dos mesmos, porém a empresa adotou uma posição cautelosa e colocou restrições na fase de implementação. A empresa está atualmente a expandir a sua unidade produtiva, através da construção de uma nova unidade fabril, permitindo ampliar as secções de injeção e montagem, e principalmente a zona do armazém que se encontrava muito limitada.

Foi efetuada análise ABC aos produtos da empresa, tendo-se identificado os que requerem mais atenção, a cadeia de valor, atividades dos operadores e desempenho, não conformidades, quantidades de WIP, desempenhos dos equipamentos (máquinas de injeção), estudo de tempos dos produtos da secção de montagem. Após a análise foi possível identificar os problemas. Foram identificados elevados níveis de WIP, elevados tempos de setup, elevadas deslocações nas atividades e não conformidades. Como resposta aos problemas identificados foram surgindo propostas com base em diversas ferramentas Lean, como o comboio logístico, gestão visual, SMED, entre outros.

A alteração ao tipo de abastecimento às linhas foi amplamente estudado, tendo-se caracterizado e dimensionado a nova unidade de interface entre o armazém e as linhas de injeção. Os requisitos de periodicidade do comboio logístico foram estudados e os circuitos e periodicidade dos mesmos estabelecidos, por forma a garantir um nível elevado de disponibilidade e de serviço. Foram concebidas as carruagens e trolleys para armazenar e transportar as embalagens, de modo a perceber a razoabilidade da solução formalizada foram efetuadas duas experiências. Das experiências resultou em média 1 Trolley no corredor 1 e 2 Trolleys no corredor 2 com passagens de 30 minutos e também um tempo inferior a 10 minutos resultante das atividades do operador de comboio. Verificou-se que é suficiente ter 3 carruagens no comboio e um desfasamento de passagens com 10 minutos, o que permitiu

aumentar a confiança do projeto de comboio. Foram introduzidas medidas de contingência e recomendações para permitir a manutenção e compensação ao sistema do comboio logístico, precavendo situações hipotéticas. Foram ainda listadas as regras de funcionamento do comboio logístico.

A proposta de redução de tempo de setup nas máquinas de injeção, através da aplicação da metodologia SMED, baseou-se na redução de atividades relacionadas com as deslocações do operador quando necessitava de ferramentas, documentos, instrumentos de limpeza, etc. De forma a evitar estas situações propôs-se a preparação de setup antes da máquina parar, através da check-list, um carro de ferramentas e também o posicionamento da grua no molde. Foi igualmente sugerida a aplicação de um sistema de fixação rápida de moldes. No entanto, como este sistema teria de ser replicado em cada máquina, e como as linhas possuem muitas máquinas, tal medida teria um custo elevado. Os ganhos estimados no estudo SMED apontaram para ganhos ligeiramente acima dos 40% para as duas máquinas e também um aumento de produção de cerca de 1000 peças por dia. Com a colaboração dos operadores da equipa de setup foi possível implementar a metodologia SMED numa máquina de injeção (a Arburg100T M5 na linha 2), tendo-se reduzido o tempo de setup para 25 minutos e 48 segundos.

Foram identificadas algumas falhas de organização de alguns componentes e falhas na identificação de locais na secção de injeção. Tal, resultou em algumas propostas específicas, nomeadamente ao nível de Gestão Visual, arrumação de dispositivos auxiliares e respetiva identificação.

A proposta de melhoria do abastecimento à secção de montagem surgiu pela elevada quantidade de deslocações dos operadores, elevado tempo despendido na recolha de produtos acabados, materiais de embalagem. Estas deslocações traduzem-se em produção parada para permitir a realização deste tipo de atividades. A proposta reduz o WIP, as deslocações dos operadores, e claro, uma maior dedicação dos operadores aos processos.

Apesar de ser um aspeto amplamente conhecido e documentado, a maior dificuldade sentida na execução do projeto relacionou-se com a resistência à mudança, por parte dos colaboradores da empresa. Este sentimento de resistência foi diminuindo com o passar do tempo e explicação dos objetivos planeados, tendo sido possível obter colaboração e participação nas propostas implementadas. A realização do projeto permitiu adquirir conhecimentos em contexto industrial, através da identificação de problemas e procurando as devidas melhorias recorrendo a ferramentas Lean.

## 6.2 Trabalho Futuro

Num futuro próximo, após o término da construção da nova unidade fabril e organização do novo espaço, sugere-se que se proceda à implementação do comboio logístico. Esta implementação deve alterar de forma substancial a forma como os operadores usam o tempo nas atividades que acrescentam valor. Simultaneamente, os níveis de WIP nas linhas deverão reduzir de forma significativa e as linhas tornar-se espaços mais organizados e limpos.

Uma segunda sugestão vai na linha da necessidade de generalizar a aplicação da técnica SMED a todas as máquinas das linhas de injeção, uma vez que os resultados obtidos na instalação experimental confirmaram a análise previamente realizada, e que indicavam reduções muito significativas de tempos de setup. Tal pode traduzir-se num aumento imediato da quantidade diária de produção através da redução de tempos improdutivos relacionados com o setup dos moldes, requerendo investimentos mínimos.

Quando a nova secção de montagem for transferida para a nova nave fabril, sugere-se uma continuação do estudo dos tempos dos processos nesta secção e a implementação de um sistema de abastecimento de materiais de embalagem e produtos. Recomenda-se igualmente a aposta na melhoria contínua e na prossecução da aplicação de princípios e técnicas Lean, que podem suportar e antever grandes progressos, nesta fase de expansão e de crescimento da empresa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709-756.
- Barros, J. F., & Lima, G. B. (2009). A influência da gestão da manutenção nos resultados da organização. Rio de Janeiro.
- Baudin, M. (2004). *Lean Logistics: The Nuts and Bolts of Delivering Materials and Goods*: Taylor & Francis.
- Bhasin, S., & Burcher, P. (2006). Lean viewed as a philosophy. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 17(1), 56-72.
- Carvalho, D. (2008). *Human Limitations on Waste Detection: An Experiment*. Paper presented at the 1st International Conference on Business Sustainability, Ofir, June.
- Cimorelli, S. (2013). *Kanban for the Supply Chain: Fundamental Practices for Manufacturing Management, Second Edition*: Taylor & Francis.
- Courtois, A., Pillet, M., & Martin, C. (2006). *Gestão da Produção (5ª Edição ed.)*. Lisboa: LIDEL - Edições Técnica Lda.
- Dennis, P. (2007). *Lean Production Simplified, Second Edition: A Plain-Language Guide to the World's Most Powerful Production System*: Taylor & Francis.
- Doolen, T. L., & Hacker, M. E. (2005). A review of lean assessment in organizations: an exploratory study of lean practices by electronics manufacturers. *Journal of Manufacturing systems*, 24(1), 55-67.
- Gross, J. M., & McInnis, k. R. (2003). *kanban Made Simple: Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*: AMACOM.
- Hall, R. (1987). *Attaining Manufacturing Excellence - Just in Time, Total Quality, Total People Involvement*: Homewood: Dow Jones-Irwin.
- Hines, P., Found, P., Griffiths, G., & Harrison, R. (2011). *Staying Lean: Thriving, Not Just Surviving, Second Edition*: Taylor & Francis.
- Hirano, H., & Talbot, B. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace*: Taylor & Francis.
- Ichikawa, H. (2009). Simulating an applied model to optimize cell production and parts supply (Mizusumashi) for laptop assembly: Proceedings of the 2009 Winter Simulation.
- Jung, H., Chen, F. F., & Jeong, B. (2007). *Trends in Supply Chain Design and Management: Technologies and Methodologies*: Springer.
- Kovács, A. (2011). Optimizing the storage assignment in a warehouse served by milkrun logistics. *International Journal of Production Economics*, 133(1), 312-318.

- Liker, J. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw Hill.
- Liker, J., & Morgan, J. (2006). The Toyota way in services: The case of lean product development. *Academy of Management: Perspectives*.
- Little, J. D. (1961). A proof for the queuing formula:  $L = \lambda W$ . *Operations research*, 9(3), 383-387.
- Losonci, D., Demeter, K., & Jenei, I. (2011). Factors influencing employee perceptions in lean transformations. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 30-43.
- Lu, D. J., & Kyōkai, N. N. (1989). *Kanban Just-in Time at Toyota: Management Begins at the Workplace*: Taylor & Francis.
- Melton, T. (2005). The benefits of lean manufacturing: what lean thinking has to offer the process industries. *Chemical Engineering Research and Design*, 83(6), 662-673.
- Monden, Y. (1998). *Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-time*: Engineering & Management Press.
- Moulding, E. (2010). *5s: A Visual Control System for the Workplace*: AuthorHouse.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*: Productivity Press.
- Oakland, J. (1994). *Gerenciamento da Qualidade Total*. São Paulo: Nobel.
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond large-scale production*. New York: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*: Taylor & Francis.
- O'Brien, R. (1998). An Overview of the Methodological Approach of Action Research. Faculty of Information Studies, University of Toronto.
- Pinto, J. (2009). *Pensamento Lean*. Lisboa: LIDEL - Edições técnicas, Lda.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*: Taylor & Francis.
- Shingo, S. (1988). *Non-Stock Production: The Shingo System of Continuous Improvement*: Taylor & Francis.
- Silva, J. P. (2009). OEE - A forma de medir a eficácia dos equipamentos. Obtido por: <https://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-A-EFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>.
- Sugai, M., McIntosh, R. I., & Novaski, O. (2007). A metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gestão e Produção*, 14, 323-335.
- Sá, J., Carvalho, J., & Sousa, R. (2011). *Waste Identification Diagrams A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade*. Maputo, Moçambique.



Takeda, H. (2006). *The Synchronized Production System: Going Beyond Just-in-Time Through Kaizen*. Great Britain, United States: Kogan Page Limited.

The Productivity Press Development (1999). *OEE for operators*: Shopfloor Series.

The Productivity Press Development (1996). *Quick changeover for operators: the SMED system*. New York: Productivity Press.

Ulutas, B. (2011). An application of SMED Methodology. *World academy of science, engineering and technology*, 79, 101.

Vidal, M. (2007). Lean production, worker empowerment, and job satisfaction: a qualitative analysis and critique. *Critical Sociology*, 33(1-2), 247-278.

Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon & Schuster.

Womack, J. P., Roos, D., & Jones, D. T. (1990). *The Machine that Changed the World*: Rawson Associates, New York, N.Y.



ANEXO I ORGANIGRAMA GERAL DA EMPRESA

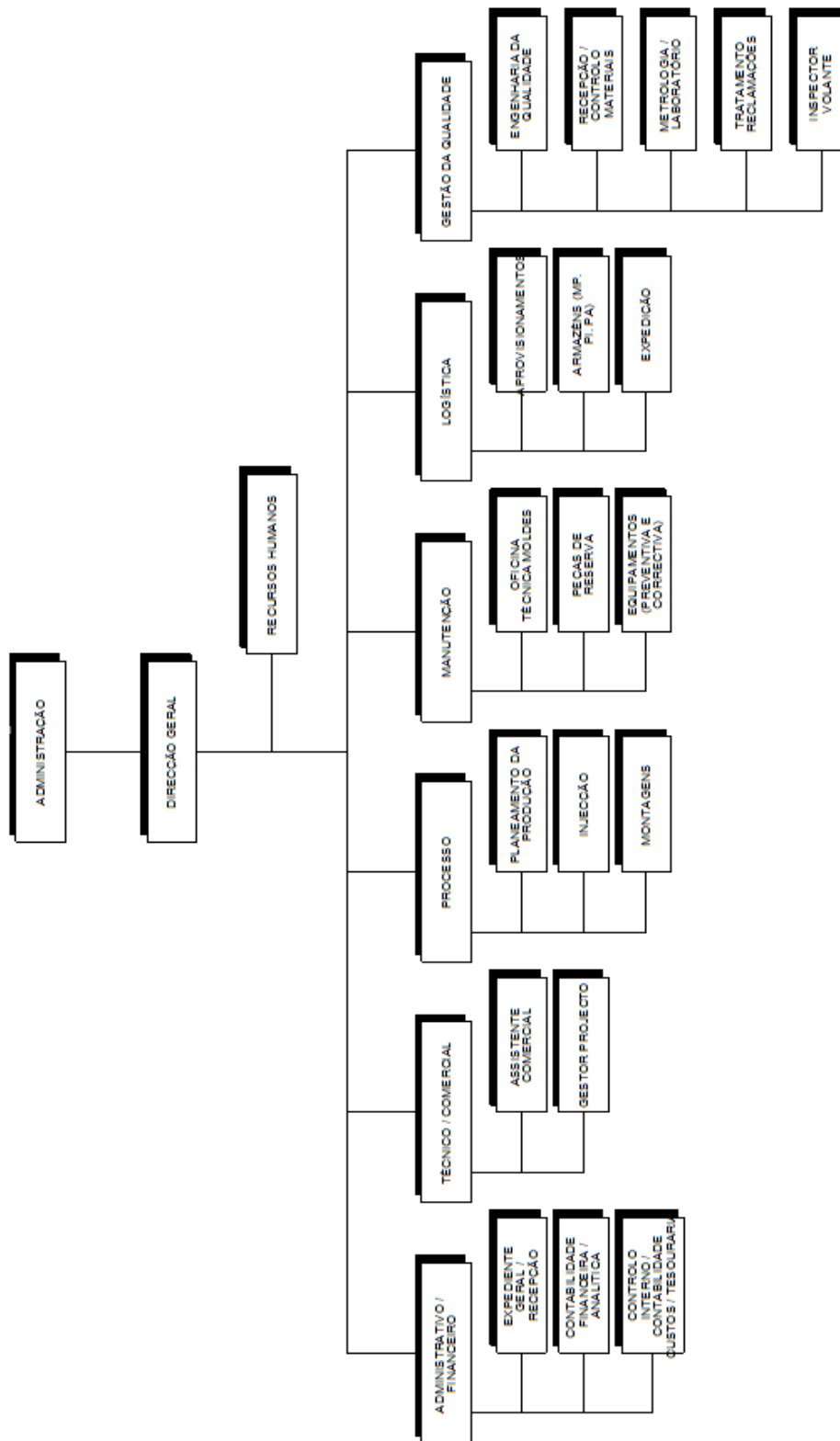


Figura 70 - Organigrama geral da empresa

## ANEXO II CONCORRENTES DA INOVEPLASTIKA

Tabela 25 - Concorrentes da Inoveplastika

Concorrentes	
1	INPLAS, SA
2	IBER OLEFF
3	ASPOCK
4	PLASTAZE, SA
5	PLÁSFIL, SA
6	MICROPLÁSTICOS, SA
7	CELOPLÁS - PLÁSTICOS PARA A INDÚSTRIA, S.A.
8	BOURBON AUTOMOTIVE PLASTICS MARINHA GRANDE, S.A.
9	INDUPLA PLÁSTICOS, LDA
10	RTE-PINTURAS E MONTAGENS INDUSTRIAIS LDA
11	FEHST - COMPONENTES, LDA
12	TUPPERWARE - INDÚSTRIA LUSITANA DE ARTIGOS DOMÉSTICOS, LDA
13	PLASTIDOM - PLÁSTICOS INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS, S.A.
14	VIZELPAS - COMÉRCIO DE ARTIGOS DE PLÁSTICO, LDA
15	EMBALCER - EQUIPAMENTOS E MATERIAIS DE EMBALAGEM, LDA
16	INOVEPLÁSTIKA - INOVAÇÃO E TECNOLOGIA EM PLÁSTICOS, S.A.
17	PLÁSTICOS JOLUCE, S.A.
18	REMBALCOM, S.A.
19	JOALPE - INDÚSTRIA DE EXPOSITORES, S.A.
20	SIMPLASTIC - SOCIEDADE INDUSTRIAL DE MATÉRIAS PLÁSTICAS, LDA
21	TETRA PAK TUBEX PORTUGAL - PRODUÇÃO DE PALHINHAS PARA BEBIDAS, LDA
22	MOURA, MOUTINHO & MORAIS, S.A.
23	DOURECA - PRODUTOS PLÁSTICOS, LDA
24	PRETTL ADION PORTUGUESA, LDA
25	CARFI - FÁBRICA DE PLÁSTICOS E MOLDES, S.A.
26	VIPEX - COMÉRCIO E INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS, S.A.
27	EROFIO ATLÂNTICO, LDA
28	FLEXACO - CONCENTRADOS E ADITIVOS PLÁSTICOS, LDA
29	L.N. PLÁS, TRANSFORMAÇÃO DE MATÉRIAS PLÁSTICAS, S.A.
30	GISPOL - INDÚSTRIA DE PLÁSTICOS, LDA
31	EUROFOAM - INDÚSTRIA DE POLIESTIRENO EXTRUDIDO, LDA
32	STOKVIS CELIX PORTUGAL, UNIPESSOAL, LDA
33	J.PRIOR - FÁBRICA DE PLÁSTICOS, LDA
34	VIEIRA ARAÚJO, S.A.
35	MANI - INDÚSTRIAS PLÁSTICAS, S.A.
36	POLINTER - PLÁSTICOS, S.A.
37	INJEÇÃO E SERIGRAFIA DE PLÁSTICOS TÉCNICOS , LDA
38	PERVEDANT - PERFIS E VEDANTES, LDA
39	KLC - INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO DE MATÉRIAS PLÁSTICAS, LDA
40	ANCAL - PLÁSTICOS, S.A.
41	DIGNO EXPOENTE - PLÁSTICOS - SOCIEDADE UNIPESSOAL, LDA
42	BRAMP - METAIS POLIMEROS BRAGA, LDA

### ANEXO III PARQUE MÁQUINAS INOVEPLASTIKA

Na figura 71 encontra-se a disposição das máquinas por linha de injeção. A identificação do número de máquina é feita pelo número de série de fábrica de origem, contendo uma série de dígitos entre 5 e 6. No entanto para facilitar a identificação de máquinas efetuou-se a numeração com apenas um dígito em cada linha.

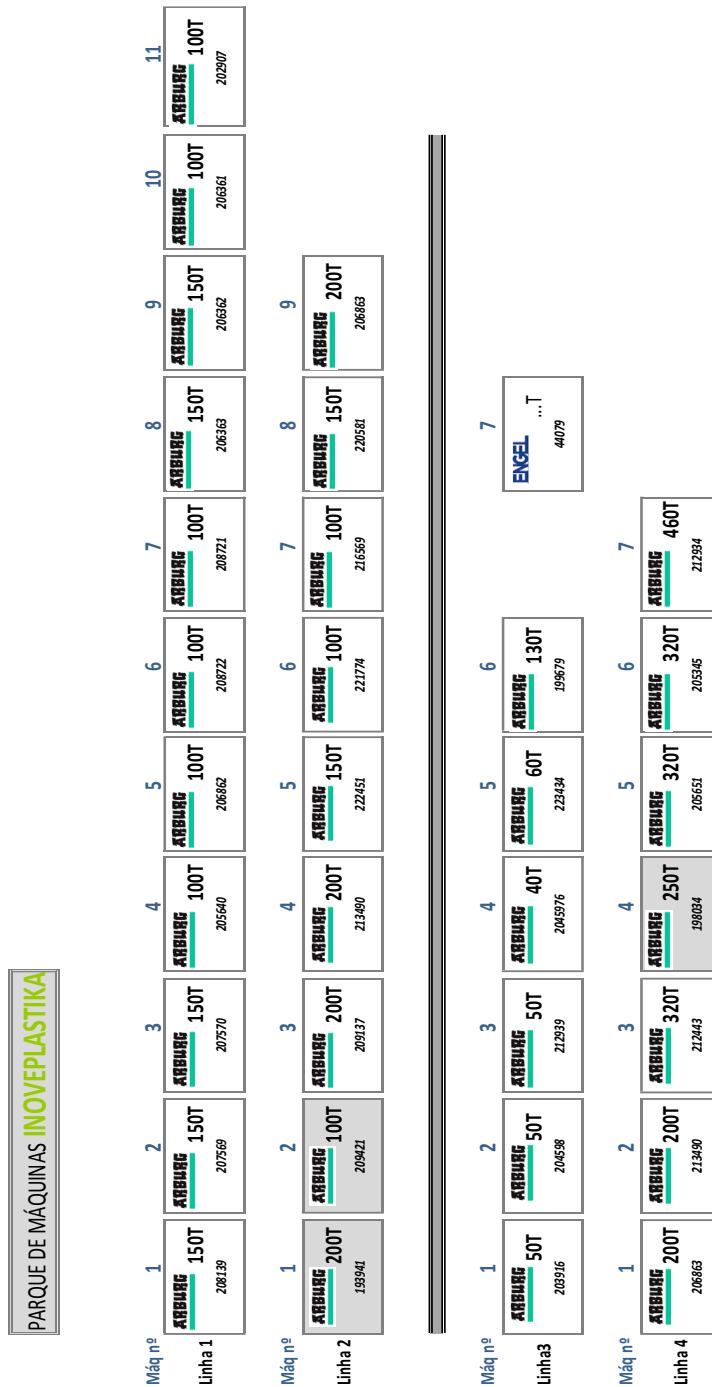


Figura 71 - Parque máquinas Inoveplastika

## ANEXO IV WASTE IDENTIFICATION DIAGRAMS

### Posto de trabalho da máquina de injeção nº 7,8,9,10 e 11 da linha de injeção nº1

Este posto de trabalho possui 5 máquinas, ou seja, o operador afeto a este local de trabalho é responsável por todas as tarefas associadas às cinco máquinas de injeção. Apenas foi considerado um tempo de setup para a máquina nº 7 pois só existe mudança de molde para esta máquina. Para o valor do tempo de ciclo foi assumido o tempo de injeção para todas as máquinas, tendo em conta o número de cavidades. Para determinação da quantidade de WIP, foram realizadas 3 contagens durante 5 dias em alturas diferentes do dia, obtendo-se uma média. O takt time foi calculado através da seguinte equação:

$$\bullet \text{ Takt time} = \frac{\text{tempo disponível para produção}}{\text{procura do cliente}} \quad [\text{V}]$$

$$\bullet \text{ Procura diária do cliente} = \frac{\text{quantidade anual}}{\text{dias de trabalho do ano}} \quad [\text{VI}]$$

De seguida encontra-se um exemplo da obtenção do valor do takt time para a máquina nº 7.

$$\bullet \text{ Takt time} = \frac{1440}{1037} = 1,39 \text{ min} = 83,3 \text{ segundos} \quad [\text{VII}]$$

$$\bullet \text{ Procura diária do cliente} = \frac{374400}{361} = 1037 \text{ peças} \quad [\text{VIII}]$$

Para a representação do esforço foi considerada a medida de quilogramas x metro (kg.\*m), portanto por exemplo, para o esforço efetuado pelo operador neste posto de trabalho e para a máquina nº7, quando obtêm uma paleta preenchida e a transporta através de um porta-paletes até ao local de produto acabado, um valor de 126kg e uma distância de 28,7m, tal equivale a um esforço de 3616,2kg.m. Na tabela 26, apresentam-se os dados necessários para a representação do WID.

Tabela 26 - Resultados dos dados referentes ao WID: máquinas 7 a 11 da L1

Máquina nº	7	8	9	10	11
<b>Procura do cliente</b>	1037	19280	18559	41371	7819
<b>Takt time (TT)</b>	83,3	4,48	4,65	3	11,05
<b>Tempo de ciclo (TC)</b>	14,5	4,2	4,38	2,06	7,4
<b>Work-in-process (WIP)</b>	2851	16702	6506	25108	18987
<b>Tempo setup (C/O)</b>	3909	0	0	0	0
<b>Esforço transporte</b>	3616,2	10747,7	6878,1	6599,5	3296,6

Por último foi calculada a percentagem de ocupação da mão-de-obra no posto de trabalho. Para isso foi efetuada uma tabela de registo de observações dos desperdícios de forma a

recolher informação das atividades do operador executadas ao longo do seu período de trabalho. Na tabela 27 encontra-se a tabela do registo de observações.

Tabela 27 - Registo de atividades do operador: PT das máquinas 7 a 11 da L1

Registo das observações do Posto referentes às máquinas nº 7,8,9,10 e 11 da linha nº 1 da injeção								
Obs nº	Data e Hora	Oper. Val. Acrsc.	Movimentos	Transportes	Esperas	Retrabalho	Outro	Ausente
1	10/03/2014 9:35	x	x	x				
2	11/03/2014 9:20	xx			x			x
3	11/03/2014 16:47	xx	X					x
4	12/03/2014 9:19	x		x			X	
5	12/03/2014 9:23		x	x				
6	12/03/2014 15:12	x	x					
7	12/03/2014 15:25		x				x	x
8	13/03/2014 9:40	xx						X
9	13/03/2014 16:05						x	x
10	14/03/2014 14:33	x	x				x	x
11	17/03/2014 9:25						x	x
12	17/03/2014 15:15					x	x	
13	18/03/2014 14:21	x						
14	19/03/2014 10:00							x
15	21/03/2014 9:49	x					x	
16	24/03/2014 9:40		x				x	
17	24/03/2014 11:57	xx	x					
18	25/03/2014 16:57	x	x					
19	26/03/2014 16:30							x
20	27/03/2014 10:17	x	x			x		
21	27/03/2014 14:45	x			x			x
22	28/03/2014 14:23	xx	x					
23	31/03/2014 12:44	xx						
24	01/04/2014 17:41	x	x					
25	02/04/2014 14:21	xx	x					
26	02/04/2014 18:23						xx	x
27	03/04/2014 10:04	xx	xx					
28	4/04/2014 11:27	xxx	x					
29	4/04/2014 14:04	xx	x	x				
30	4/04/2014 15:10	xx	x				x	
Total		33	18	4	2	2	10	11

#### Posto de trabalho da máquina 4 da linha nº4

Este posto foi considerado apenas com uma máquina, pois o operador realizava atividades referentes à máquina de injeção nº4. Os cálculos realizados para o takt time encontram-se a seguir na tabela 28, com todos os resultados obtidos.

De seguida encontra-se um exemplo da obtenção do valor do takt time para a máquina 7.

- $Takt\ time = \frac{1440}{36,9} = 39,1\ min = 2341,5\ segundos$
- $Procura\ diária\ do\ cliente = \frac{13326}{361} = 36,9\ peças$

Tabela 28 - Resultados dos dados referentes ao WID para a máquina 4 da L4

Máquina nº	4
Procura do cliente	36,9
Takt time (TT)	2341,5
Tempo de ciclo (TC)	61
Work-in-process (WIP)	371
Tempo setup (C/O)	12537
Esforço transporte	2340

O registo de observações cifrou-se em 16 (i.e. não se considerou 30 observações preconizadas no método), pois entretanto entrou em produção outro produto que possuía características diferentes e o operador responsável pela máquina estava responsável também por outras máquinas. Na tabela 29, encontra-se o registo das observações.

Tabela 29 - Registo de observações do operador da máquina 4 da linha 4

Registo das observações do Posto referentes à máquina nº 198034								
Obs nº	Data e Hora	Oper. Val. Acrsc.	Movimentos	Transportes	Esperas	Retrabalho	Outro	Ausente
1	18/04/2014 15:25	x		x		x		
2	18/04/2014 18:00							x
3	22/04/2014 09:35	xx			x			
4	22/04/2014 12:35	xx			x	x		
5	22/04/2014 14:59	xx			x	xx		
6	22/04/2014 17:40	xxx			xx	xx		
7	23/04/2014 09:30	xx			x	x		
8	23/04/2014 12:50	x			x	x		
9	23/04/2014 15:00	x		x	x	x		x
10	23/04/2014 17:40	x				x	xx	
11	24/04/2014 09:35	x			x	x		
12	24/04/2014 12:30	x			x		x	
13	24/04/2014 14:58	x			x	x		
14	24/04/2014 17:38		x				x	
15	28/04/2014 14:31	x			x	x		
16	28/04/2014 18:15							x
Total		19	1	2	12	13	4	3



## ANEXO V OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS (OEE)

O cálculo do OEE, foi realizado através do registo diário da produção para cada produto em fabrico, pelo operador responsável pelas máquinas afetas ao seu posto de trabalho. Para tal, foram retirados registos de alguns dias ao longo de uma ordem de fabrico para o produto em análise. Na tabela 30 encontram-se os dados necessários para o cálculo da disponibilidade, desempenho e qualidade. Posteriormente apresenta-se um exemplo de um cálculo de um registo para a máquina M10L1 com o produto Oyazaki5. Na tabela 31, apresentam-se o cálculos dos registos finais.

Tabela 30 - Registo de dados de produção da máquina M10L1

<b>Tempo de abertura (min)</b>	<b>1440</b>
<b>Tempo de ciclo ideal (min)</b>	<b>0,034</b>
<b>Paragens não planeadas (min)</b>	<b>495</b>
<b>Peças nok (unidades)</b>	<b>80</b>
<b>Peças produzidas (unidades)</b>	<b>41760</b>

- Disponibilidade =  $\frac{\text{tempo de funcionamento}}{\text{tempo de abertura}} = \frac{(1440-495)}{1440} \times 100 = 65\%$  [IX]
- Desempenho =  $\frac{\text{tempo de ciclo ideal} \times \text{peças produzidas}}{\text{tempo de funcionamento}} \times 100 = \frac{0,034 \times 41600}{1440} \times 100 = 98,2\%$  [X]
- Qualidade =  $\frac{\text{peças boas}}{\text{peças produzidas}} \times 100 = \frac{41760-160}{41760} \times 100 = 99,6\%$  [XI]
- OEE = Disponibilidade  $\times$  Desempenho  $\times$  Qualidade = 65  $\times$  98,2  $\times$  99,6 = 63,5% [XII]

Tabela 31 - Resultados do cálculo do OEE para a máquina M10L1

Registo	Disponibilidade	Desempenho	Qualidade	OEE
<b>1</b>	65%	98,2%	99,6%	63,5%
<b>2</b>	98,9%	99%	99,8%	97,7%
<b>3</b>	86,1%	98,6%	99,7%	84,6%

## ANEXO VI OBSERVAÇÃO DE TEMPOS

Foi efetuado o estudo de tempos dos produtos da secção de montagem uma vez que tal estudo não existia na empresa. Inicialmente foi realizado um levantamento dos produtos existentes na secção, posteriormente efetuada a observação dos processos e respetiva descrição, e por último tiragem de tempos por cronometragem. Os tempos retirados são apenas referentes às atividades dos processos, sem contabilizar o tempo despendido nas deslocações para o abastecimento de materiais de embalagem ou recolha de paletes de produto acabado.

Para demonstrar um exemplo do registo e da observação de tempos, foi escolhido o processo 1Pre01, em que a atividade realizada pelo operador baseia-se em 3 etapas, tal como se verifica na tabela 32, permitindo descrever as atividades, a data de observação e o número de unidades que são registadas durante a observação. O tempo adotado a verde significa que é o tempo contabilizado para este processo.

Tabela 32 - Registo de observação de tempos do produto 1PRE01

OBSERVAÇÃO DE TEMPOS														Dept: INOVEPLASTIKA			
														Sup.:			
														Data: 05/03/2014			
#	ACTIVIDADE	U.M.	OBS #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA	OBS.	ACEITAÇÃO	
	1- Operadora retira da caixa, um separador de cartão com 11 peças e coloca na bancada	peça	Data	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev	20/fev			
			Unidade	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	110		
			Seg	46,93	54,34	58,71	53,75	58,57	59,64	55,23	56,65	55,45	56,89	556,16			
			Seg / Un	4,3	4,9	5,3	4,9	5,3	5,4	5,0	5,2	5,0	5,2	5,06			
	2- Encaixe manual da peça 0Pre031 com a peça 0Pre032		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														
	3-colocação das peças em embalagem, no fim de preencher 60 peças, colocação de etiqueta e porteiior em palete		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														
	1- Operadora retira da caixa, um separador de cartão com 11 peças e coloca na bancada		Data	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar	19/mar				
			Unidade	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	540			
			Seg	326	337	343	344	347	344	348	345	332	3066				
			Seg / Un	5,43	5,62	5,72	5,73	5,78	5,73	5,80	5,75	5,53	5,68				
	2- Encaixe manual da peça 0Pre031 com a peça 0Pre032		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														
	3-colocação das peças em embalagem, no fim de preencher 60 peças, colocação de etiqueta e porteiior em palete		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														
	1- Operadora retira da caixa, um separador de cartão com 11 peças e coloca na bancada		Data	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai	21/mai					
			Unidade	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	420			
			Seg	371	435	428	356	377	372	431			2770				
			Seg / Un	6,18	7,25	7,13	5,93	6,28	6,20	7,18			6,60				
	2- Encaixe manual da peça 0Pre031 com a peça 0Pre032		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														
	3-colocação das peças em embalagem, no fim de preencher 60 peças, colocação de etiqueta e porteiior em palete		Data														
			Unidade														
			Seg														
			Seg / Un														

## ANEXO VII FICHEIRO TEMPO DE EXECUÇÃO DE PROCESSO – MÃO-DE-OBRA

O ficheiro foi construído com o objetivo de determinar a mão-de-obra necessária na secção de montagem após o estudo de tempos dos processos. Na tabela 32, o cabeçalho da tabela possui as seguintes informações que correspondem a: (Tmp. Std (seg), contém o tempo de execução das atividades de um determinado produto; (vol. Budget), indica o volume de produção previsto para o mês; (vol. real) indica o volume produzido na zona de montagem; (Pes.) indica a quantidade de mão-de-obra necessária para um determinado produto e também para um determinado mês. Através do volume de produção num mês é possível saber o que se produz numa hora, com um operador a trabalhar durante um período de 7,5 horas por dia é possível obter a quantidade de operadores para um determinado volume de produção de um mês.

Os valores assinalados a amarelo são valores adotados de outros processos, pois não foi possível recolher informação sobre estes códigos porque não entraram em produção. O valor assinalado a verde-claro, foi informação recebida pela responsável da secção de montagem. Os artigos assinalados a azul-turquesa são referentes a artigos já não existentes.

**Aplicação de princípios e técnicas Lean à injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel**

**Tabela 33 - Tempos de montagem: tempo de operação e mão-de-obra por produto**

código montagem	cód. injeção e comp	Dias/Mês		22				19				21				20				
		Tmp. Std. (seg)	Tmp. Std.[h]	Janeiro		Fevereiro		Março		Abril										
				vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.	vol. Budget	Pes.	vol. Real	Pes.					
1PRE00001	OPRE00031	6,6		0,002	31680	0,35	34440	0,38	33060	0,43	34680	0,45	31680	0,37	33120	0,39	37380	0,46	29160	0,36
	OPRE00032																			
1PRE00002	OPRE00065	6,6		0,002	2592	0,03		0,00	2400	0,03	3360	0,04	2160	0,03	4320	0,05	1860	0,02		0,00
	OPRE00066																			
1PRE00003	OPRE00001	6,6		0,002	6600	0,07	8040	0,09	3960	0,05		0,00	4920	0,06	7560	0,09	4440	0,05	5880	0,07
	OPRE00054																			
1PRE00004	OPRE00010	6,6		0,002	2156	0,02	5040	0,06	630	0,01		0,00	1260	0,01		0,00	1680	0,02		0,00
	OPRE00026																			
1PRE00005	OPRE00082	19,39		0,005	3136	0,10	2720	0,09	4352	0,16	3840	0,05	3104	0,11	3840	0,13	2912	0,10	4480	0,16
	INS029																			
1PRE00006	OPRE00083	19,39		0,005	256	0,01		0,00	320	0,01		0,00	256	0,01		0,00	128	0,00	128	0,00
	INS029																			
1PRE00007	OPRE00070	863,9	14,4	0,004	1176	0,03		0,00		0,00	4920	0,14	1728	0,04	4320	0,11	864	0,02	4320	0,12
	OPRE00071																			
	OPRE00072																			
	RAC001																			
1PRE00008	OPRE00073	934,67	6,5	0,002	1176	0,01	4608	0,05	384	0,00	1440	0,02	384	0,00		0,00	384	0,00	17568	0,21
	OPRE00074																			
	OPRE00075																			
	RAC002																			
1PRE00009	OPRE00076	252	3,50	0,001	3360	0,02	10368	0,06	1296	0,01	14732	0,10	3360	0,02	9504	0,06	3360	0,02	6912	0,04
	RAC003																			
1PRE00010	OPRE00095	369,4	6,16	0,002	2328	0,02	19320	0,20	864	0,01	10320	0,12	1728	0,02	8640	0,09	3456	0,04	6720	0,08
	OPRE00096																			
	OPRE00072																			
	RAC004																			
1PRE00011	OPRE00097	633	7,54	0,002	2496	0,03	18312	0,23		0,00	12096	0,18	2928	0,04	6048	0,08	4200	0,06	12936	0,18
	OPRE00098																			
	OPRE00099																			
	RAC005																			
1PRE00012	OPRE00073	1629,1	3,77	0,001	276	0,00	12096	0,08		0,00	18144	0,13	864	0,01	6048	0,04		0,00	16416	0,11
	RAC006																			
1PRE00013	OPRE00101	19,39		0,005	240	0,01		0,00		0,00	1104	0,04	960	0,03	624	0,02	720	0,03	864	0,03
	INS029																			
1PRE00014	OPRE00104	1279	106,6	0,030		0,00	3456	0,62		0,00		0,00	552	0,10		0,00		0,00		0,00
	RAC007																			
1PRE00015	OPRE00105	695,14	57,9	0,016	1692	0,17	2736	0,27		0,00		0,00		0,00	0,00	0,00		0,00	1008	0,11
	RAC008																			
1PRE00016	OPRE00114	540,65	45,05	0,013	13008	0,99	3456	0,26	3456	0,30	8064	0,71	9216	0,73	7488	0,60	5760	0,48	10368	0,87
	RAC009																			
1PRE00017	OPRE00116	439	36,58	0,010	684	0,04	6912	0,43	3456	0,25	6912	0,49	6768	0,44	6912	0,45	9216	0,62	14544	0,99
	OPRE00117																			
	RAC010																			
1PRE00018	OPRE00120	876,67	73,06	0,020		0,00	11088	1,36	3457	0,49	6552	0,93	7812	1,0065	6048	0,7793	18144	2,45	6048	0,82
	OPRE00121																			
	RAC011																			
1PRE00019	OPRE00124	71,8	3,0	0,001	6120	0,03	13824	0,07	15000	0,09	3168	0,02	3864	0,02	9984	0,05	12672	0,07	16896	0,09
	RAC012																			
1PRE00020	OPRE00130	23,13		0,006		0,00	2436	0,09		0,00	1680	0,08	1070	0,04		0,00	439	0,02		0,00
	INS048																			
1PRE00021	OPRE00131	540,65	45,05	0,013	5904	0,45	5760	0,44	9216	0,81	4032	0,35	5184	0,41	5760	0,46	7488	0,62	5760	0,48
	RAC013																			
1TRW00001	OTRW00094	46,42		0,013	22320	1,74	23856	1,86	23040	2,08	15130	1,37	31680	2,59	16560	1,36	23040	1,98	12960	1,11
	OTRW00095																			
	INS033																			
	INS034																			
	INS035																			
	INS036																			
1TRW00002	OTRW00096	41,19		0,011	17280	1,20	11350	0,79	10260	0,82	14040	1,13	18900	1,37	18930	1,38	15120	1,15	17820	1,36
	INS043																			
	INS044																			
	INS038																			
	INS045																			
	INS039																			
1TRW01002	OTRW00013	229,32		0,064	1500	0,58	1200	0,46	1800	0,80	1500	0,67	1800	0,73	2400	0,97	2700	1,15	2700	1,15
	INS005																			
	INS006																			
	INS007																			
	OTRW00015																			
	INS009																			
1TRW04001	OTRW00025	229,98		0,064	1400	0,54	700	0,27	840	0,38	10	0,00	2240	0,91	1050	0,43	1050	0,45	2660	1,13
	OTRW00026																			
	INS013																			
	INS014																			
	INS018																			
	INS015																			
	INS016																			
INS017																				

## Aplicação de princípios e técnicas Lean à injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel

OTRW00084-85		5,46		0,002		69120	0,64		64800	0,69		59538	0,57		67392	0,68				
OTRW00105-106		5,46		0,002		1440	0,01		7200	0,08		10560	0,10		28800	0,29				
1BOR00001	0BOR00013	27,4		0,008	9000	6300	0,38	10500	0,73	9000	0,62	9500	0,60	7500	0,47	9500	0,14	8700	0,57	
	INS054	8,21		0,002																0,54
1BOR00002	0BOR00014	27,4		0,008		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1320	0,07	0,00		0,00		0,00		0,00	
	INS054	8,21		0,002																
1BOR00005	0BOR00015	27,4		0,008		0,00	4420	0,23	0,00	0,00	1320	0,07	0,00		0,00		0,00		0,00	
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00007	0BOR00017	27,4		0,008		0,00	0,00	130	0,01	0,00	5720	0,31	0,00		0,00		0,00		0,00	
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00009	0BOR00019	27,4		0,008	130	0,01	0,00	260	0,02	50	0,00	0,00	0,00	0,00	260	0,00		0,00		
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00010	0BOR00020	27,4		0,008		1560	0,08	780	0,05	1620	0,10	0,00	0,00	0,00	1560	0,01		0,00		
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00012	0BOR00022	27,4		0,008	17500	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	1050	0,06	0,00		0,00		0,00		0,00	
	INS076	2,92		0,001																
	INS080																			
1BOR00013	0BOR00023	17,1		0,005		0,00	8000	0,27	12500	0,49	17700	0,69	15000	0,53	20500	0,72	15000	0,08	21000	0,78
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00014	0BOR00024	27,4		0,008		0,00	0,00	0,00	810	0,05	0,00	1200	0,06		0,00	400	0,00		0,02	
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00016	0BOR00026	27,4		0,008		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10	0,00		0,00		0,00		0,00	
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00017	0BOR00027	27,4		0,008		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	110	0,01		0,00		0,00		0,00	
	INS074	2,92		0,001																
1BOR00018	0BOR00028			0,000	300	0,00	1500	0,00	600	0,00	300	0,00	0,00	0,00	600	0,00	85	0,00		
	INS075																			
1BOR00019	0BOR00029			0,000		0,00	1405	0,00	0,00	200	0,00	300	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	
	INS075																			
1BOR00020	0BOR00030	27,4		0,008	660	0,03	300	0,015	600	0,04	480	0,00	840	0,00	840	0,00	840	0,00	600	0,00
	INS079	2,92		0,001																
1BOR00021	0BOR00031	27,4		0,008	32700	1,67	25200	1,29	31500	1,86	21600	1,28	30000	1,60	32700	1,75	30000	0,16	18020	1,01
	INS077	2,92		0,001																
1BOR00023	0BOR00004			0,002	33350	0,43	24300	0,31	36350	0,54	22951	0,34	37500	0,51	31050	0,42	37500	0,53	25650	0,36
	INS059	7,68																		
1BOR00024	0BOR00004			0,002		0,00	9900	0,13	0,00	9900	0,15	11500	0,15	10450	0,14	9900	0,14	7150	0,10	
	INS059	7,55																		
1BOR00025	0BOR00006			0,004	18000	0,46	12100	0,31	18000	0,54	6600	0,20	18000	0,48	11000	0,30	18000	0,51	17600	0,50
	INS060	15,27																		
1BOR00026	0BOR00006			0,004		0,00	0,00	0,00	0,00	2200	0,07	1100	0,03	2200	0,06	2200	0,06	3300	0,09	
	INS060	15,27																		
1BOR00027	0BOR00006			0,004		0,00	6600	0,17	0,00	660	0,02	3300	0,09	1320	0,04	2640	0,07		0,00	
	INS060	15,27																		
1BOR00028	0BOR00006			0,004		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	
	INS060	15,27																		
1BOR00030	0BOR00004			0,002		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	450	0,01		0,00		
	INS059	7,55																		
1BOR00031	0BOR00039	27,4		0,008		0,00	65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00		0,00	
	INS054	2,92		0,001																
1BOR00033	0BOR00004			0,002		0,00	0,00	0,00	0,00	1760	0,03	0,00	0,00	3520	0,05	1760	0,02	5280	0,07	
	INS059	7,55																		
1VIS00005	3VIS00008	80		0,022	336	0,05	0,00	224	0,03	0,00	1036	0,15	448	0,06	336	0,05	560	0,08		
	0VIS00041																			
	INS028																			
	0VIS00052																			
	0VIS00043																			
4VIS00003																				
1VIS00007	6VIS00007			0,005	1404	0,05	0,00	1716	0,07	624	0,02	1716	0,06	1560	0,05	2028	0,07	2964	0,11	
	INS051	19,74																		
1VIS00008	6VIS00008			0,005	4212	0,14	624	0,02	1560	0,06	5148	0,20	3120	0,11	1560	0,05	1560	0,06	1404	0,05
	INS051	19,74																		
1VIS00009	6VIS00009			0,005		0,00	0,00	0,00	528	0,02	0,00	3036	0,11		0,00	1320	0,05			
	INS050	19,74																		
1VIS00010	6VIS00010			0,005	3960	0,13	0,00	1320	0,05	1320	0,05	2640	0,09	1320	0,05	1320	0,05	3300	0,12	
	INS049	19,74																		
<b>Total</b>						<b>10,9</b>	<b>12,0</b>	<b>11,2</b>	<b>11,6</b>	<b>13,9</b>	<b>12,5</b>	<b>11,8</b>	<b>14,4</b>							

## ANEXO VIII COMBOIO LOGÍSTICO

### Corredor 1: linha de injeção nº1 e 2

Tabela 34 - Ficheiro de recolha de produtos para o corredor 1

MÁQUINA	CORREDOR 1																TOTAL	DIR	CORR 1									
	CÓDIGO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15				16								
TROLLEY	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48	112,92	380	688	272	240	272	380	380	88,48	
MINCY	120	80	48	68	160	40	1006	80	80	120	480	480	480	480	480	480	480	12	28,23	95	162	60	68	55	20,87			
MINTROLLEY	480	320	192	272	640	160	4024	320	272	320	480	480	480	480	480	480	480	48	112,92	380	688	272	240	272	380	88,48		
CORREDOR 1																		TOTAL										
DESFASAMENTO	30																	ESQ										
PASSAGEM 1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0
PASSAGEM 2	30	0,06	0,09	0,16	0,05	0,19	0,01	0,09	0,11	0,09	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,63	0,27	0,08	0,05	0,13	0,11	0,08	0,08	0,36	0	
PASSAGEM 3	60	0,13	0,19	0,31	0,22	0,09	0,38	0,01	0,19	0,22	0,19	0,13	0	1,25	0,53	0,16	0,09	0,25	0,53	0,16	0,09	0,22	0,25	0,22	0,16	0,72	1	
PASSAGEM 4	90	0,19	0,28	0,47	0,33	0,14	0,56	0,02	0,28	0,33	0,28	0,19	0	0,88	0,80	0,24	0,14	0,38	0,80	0,24	0,14	0,33	0,38	0,33	0,24	1,08	1	
PASSAGEM 5	120	0,25	0,38	0,63	0,44	0,19	0,75	0,03	0,38	0,44	0,38	0,25	0	1,50	1,06	0,32	0,19	0,44	1,06	0,32	0,44	0,50	0,44	0,32	0,44	2		
PASSAGEM 6	150	0,31	0,47	0,78	0,55	0,23	0,94	0,04	0,47	0,55	0,47	0,31	0	1,13	0,33	0,39	0,23	0,63	0,33	0,39	0,23	0,55	0,63	0,55	0,39	0,80	1	
PASSAGEM 7	180	0,38	0,56	0,94	0,66	0,28	1,13	0,04	0,56	0,66	0,56	0,38	1	0,75	0,59	0,47	0,28	0,75	0,59	0,47	0,28	0,66	0,75	0,66	0,47	1,16	1	
PASSAGEM 8	210	0,44	0,66	1,09	0,77	0,33	0,31	0,05	0,66	0,77	0,66	0,44	1	1,38	0,86	0,55	0,32	0,88	0,86	0,55	0,32	0,77	0,88	0,77	0,55	0,52	1	
PASSAGEM 9	240	0,50	0,75	0,25	0,88	0,38	0,50	0,06	0,75	0,88	0,75	0,50	0	1,00	1,13	0,63	0,37	1,00	1,13	0,63	0,37	0,88	1,00	0,88	0,63	0,87	3	
PASSAGEM 10	270	0,56	0,84	0,41	0,99	0,42	0,69	0,07	0,84	0,99	0,84	0,56	0	0,63	0,39	0,71	0,42	0,63	0,39	0,71	0,42	0,99	0,13	0,99	0,71	1,23	1	
PASSAGEM 11	300	0,63	0,94	0,56	1,10	0,47	0,88	0,07	0,94	1,10	0,94	0,63	2	1,25	0,66	0,79	0,46	1,25	0,66	0,79	0,46	1,10	0,25	1,10	0,79	0,59	3	
PASSAGEM 12	330	0,69	1,03	0,72	0,21	0,52	1,06	0,08	1,03	0,21	1,03	0,69	4	0,88	0,92	0,87	0,51	0,88	0,92	0,87	0,51	0,21	0,38	0,21	0,87	0,95	0	
PASSAGEM 13	360	0,75	0,13	0,88	0,32	0,56	0,25	0,09	0,13	0,32	0,13	0,75	0	1,50	1,19	0,95	0,56	1,50	1,19	0,95	0,56	0,32	0,50	0,32	0,95	1,31	3	
PASSAGEM 14	390	0,81	0,22	1,03	0,43	0,61	0,44	0,10	0,22	0,43	0,22	0,81	1	1,13	0,45	1,03	0,60	1,13	0,45	1,03	0,60	0,43	0,63	0,43	1,03	0,67	3	
PASSAGEM 15	420	0,88	0,31	0,19	0,54	0,66	0,63	0,10	0,31	0,54	0,31	0,88	0	0,75	0,72	0,11	0,65	0,75	0,72	0,11	0,65	0,75	0,54	0,54	1,03	1		
PASSAGEM 16	450	0,94	0,41	0,34	0,65	0,70	0,81	0,11	0,41	0,65	0,41	0,94	0	1,38	0,99	0,18	0,69	1,38	0,99	0,18	0,69	0,65	0,88	0,65	0,18	0,39	1	
CORREDOR 1																		TOTAL										
CORREDOR 1																		DIR										
CORREDOR 1																		TOTAL	22	31								
CORREDOR 1																		DIR	1,94	CX/PASSAGEM								

Tabela 35 - Ficheiro de recolha de produtos para o corredor 2

	Linha 3							Linha 4							TOTAL DIR	TOTAL ESQ	TOTAL		
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7					
MÁQUINA																			
CÓDIGO	OCIE0004-2 OTRW00100 OSUL00032 OPRE00137 OPRE00122 OTRW00055							080R00006 OTRW00088 OTRW00071 6V50006 ITRW0084-8 08R00011 06KN01089											
TROLLEY	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4					
MIN CX	68	28	460	460	162	460	69	24	4,9	20	40	9	30	80					
MIN TROLLEY	272	112	1840	1840	972	2760	276	96	39,2	80	160	36	120	320					
CORREDOR 1																			
<b>FREQUÊNCIA</b>	<b>30</b>																		
DEFASAMENTO	10																		
PASSAGEM1	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0	0	0,00
PASSAGEM2	30	0,11	0,27	0,02	0,02	0,03	0,01	0,31	0,77	0,38	0,19	0,83	0,25	0,09	0,09	0,09	0	0	0,09
PASSAGEM3	60	0,22	0,54	0,03	0,03	0,06	0,02	0,63	1,53	0,75	0,38	1,67	0,50	0,19	0,19	0,19	2	2	0,19
PASSAGEM4	90	0,33	0,80	0,05	0,05	0,09	0,03	0,94	1,30	1,13	0,56	1,50	0,75	0,28	0,28	0,28	3	3	0,28
PASSAGEM5	120	0,44	1,07	0,07	0,07	0,12	0,04	1,25	1,06	0,50	0,75	1,33	1,00	0,38	0,38	0,38	4	5	0,38
PASSAGEM6	150	0,55	0,34	0,08	0,08	0,15	0,05	0,56	0,88	0,88	0,94	1,17	0,25	0,47	0,47	0,47	1	1	0,47
PASSAGEM7	180	0,66	0,61	0,10	0,10	0,19	0,07	0,88	1,59	1,25	1,13	1,00	0,50	0,56	0,56	0,56	4	4	0,56
PASSAGEM8	210	0,77	0,88	0,11	0,11	0,22	0,08	1,19	1,36	0,63	0,31	0,83	0,75	0,66	0,66	0,66	2	2	0,66
PASSAGEM9	240	0,88	1,14	0,13	0,13	0,25	0,09	0,50	1,12	1,00	0,50	1,67	1,00	0,75	0,75	0,75	4	5	0,75
PASSAGEM10	270	0,99	0,41	0,15	0,15	0,28	0,10	0,81	0,89	0,38	0,69	1,50	0,25	0,84	0,84	0,84	1	1	0,84
PASSAGEM11	300	1,10	0,68	0,16	0,16	0,31	0,11	1,13	1,65	0,75	0,88	1,33	0,50	0,94	0,94	0,94	3	5	0,94
PASSAGEM12	330	0,21	0,95	0,18	0,18	0,34	0,12	0,44	1,42	1,13	1,06	1,17	0,75	1,03	1,03	1,03	5	5	1,03
PASSAGEM13	360	0,32	1,21	0,20	0,20	0,37	0,13	0,75	1,18	0,50	0,25	1,00	1,00	0,13	0,13	0,13	3	4	0,13
PASSAGEM14	390	0,43	0,48	0,21	0,21	0,40	0,14	1,06	0,95	0,88	0,44	0,83	0,25	0,22	0,22	0,22	1	1	0,22
PASSAGEM15	420	0,54	0,75	0,23	0,23	0,43	0,15	0,38	1,71	1,25	0,63	1,67	0,50	0,31	0,31	0,31	3	3	0,31
PASSAGEM16	450	0,65	1,02	0,24	0,24	0,46	0,16	0,69	1,48	0,63	0,81	1,50	0,75	0,41	0,41	0,41	2	3	0,41
Total																	38	44	2,75 CX / PASSAGEM

## ANEXO IX SIMULAÇÕES DOS CORREDORES 1 E 2

### Corredor 1, linha 1 e 2

Nas simulações das tabelas 35 e 36, foram analisadas as quantidades de caixas recolhidas (Cx Rec) entre as caixas esperadas (Cx Esp), através do cálculo com o tempo de ciclo da máquina de injeção. Também foi avaliado o tempo (Hora) em que o operador do comboio simulado parte do armazém de materiais de embalagem, vai ao corredor, entrega materiais de embalagem e recolhe produto acabado até terminar a sua tarefa quando separa as caixas e distribui nas devidas paletes. Em cada passagem tem dois tempos, o primeiro tempo que se refere ao que parte do armazém e o segundo quando termina as atividades. O total de trolleys resultou da acumulação de caixas até perfazerem 4 caixas em cada trolley.





Corredor 2, linha 4

Neste corredor foi apenas avaliada a saída de caixas de produto acabado na linha 4, pois esta linha é considerada a mais crítica, ou seja o ritmo e quantidade de caixas de produto acabado nesta linha é maior do que nas linhas do corredor 1. A linha 3, possui apenas 7 máquinas e na maior parte do tempo apenas 5 a 6 máquinas está em produção, possuindo velocidade inferior e semelhante às máquinas e produtos do corredor 1.

**Tabela 37 - Recolha de informação da embalagem de produtos acabados: corredor 2**

12/02/2014

Máquina nº	7		6		5		4		3		2		1		Total Rec	Total Esp	Total Trolley	
Linha nº	4		4		4		4		4		4		4					
Produto	OJAC00005-6-7-8		OTRW00104		OTRW001042		6FAU00024-25-26-27		OTRW00084-85		OBOR00004		OGKN00039					
Passagem	Hora	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Cx. Rec	CX. Esp	Total Rec	Total Esp	Total Trolley
1	18:00																	
	18:08	6	4	2	4													
2	18:32																	
	18:39	7	4	2	4	1	1,75		0,44		3,38		0,75		0,38	10	14,7	2
3	19:00																	
	19:06	4	4	3	4	2	1,75	2	0,44		3,38	2	0,75		0,38	13	14,7	3
4	19:31																	
	19:36	1	4	1	4	1	1,75	2	0,44		3,38	1	0,75	1	0,38	7	14,7	2
5	20:01																	
	20:08	3	4	2	4	2	1,75		0,44	4	3,38		0,75		0,38	11	14,7	2
6	20:31																	
	20:37	4	4	3	4	1	1,75	2	0,44	2	3,38		0,75		0,38	12	14,7	4
7	21:01																	
	21:07	2	4	1	4	2	1,75	2	0,44	4	3,38	1	0,75	1	0,38	13	14,7	1
8	21:30																	
	21:37	2	4	1	4	2	1,75	2	0,44	4	3,38	1	0,75		0,38	12	14,7	4
9	21:51																	
	21:58	3	4		4	1	1,75		0,44	2	3,38		0,75		0,38	6	14,7	1
Total		32	36	15	36	14	15,8	16	4,0	18	30,4	6	6,8	2	3,4	103	132,3	21

MÉDIA 2,3

## ANEXO X INSTRUÇÕES DE TRABALHO DOS OPERADORES DE INTERFACE

A1:K		1:K30/	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	IT N.º
------	---	--------	------------------------------	--------

<input type="checkbox"/> Produção	<input type="checkbox"/> Manutenção	<input type="checkbox"/> Set-Up	<input type="checkbox"/> Re-trabalho	<input type="checkbox"/> Inspeção	<input checked="" type="checkbox"/> Interface (Produção)
-----------------------------------	-------------------------------------	---------------------------------	--------------------------------------	-----------------------------------	--

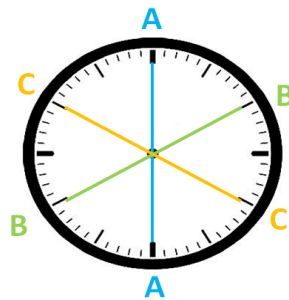
Operação	Processo	Posto de Trabalho
Abastecimento de material de embalagem e recolha de produto acabado do trolley.	Produtivo	

### Atividades:

Recolher produto acabado do trolley, colocar (caixas) na entrada inferior do Interface e abastecer esse mesmo trolley com material de embalagem proveniente da parte superior da entrada, de acordo com a rotina do comboio logístico para os 3 percursos. O trolley que se encontra junto do Interface terá que estar previamente preenchido com material de embalagem.


Deverá providenciar as caixas já montadas nos trolleys

Funcionamento de Horário de passagem, tendo como o início do turno



Data	Revisão	Elaborado	Aprovado
------	---------	-----------	----------

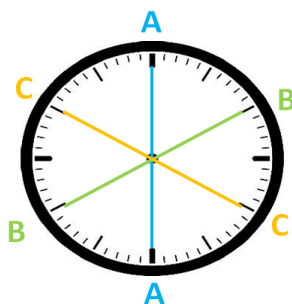
Figura 72 - Instrução de trabalho para operador de Interface

	INSTRUÇÃO DE TRABALHO	IT N.º
<input type="checkbox"/> Produção	<input type="checkbox"/> Manutenção	<input type="checkbox"/> Set-Up
<input type="checkbox"/> Re-trabalho	<input type="checkbox"/> Inspeção	<input checked="" type="checkbox"/> Interface (Produção)
<b>Operação</b> Abastecimento de material de embalagem no Interface e paletização de produto acabado	<b>Processo</b> Produtivo	<b>Posto de Trabalho</b> 

**Atividades:**

Recolher produto acabado da entrada inferior do Interface e colocar (caixas) na palete da Refª respectiva. Abastecer de imediato a entrada superior com material de embalagem da Refª paletizada, mediante sinal luminoso existente na entrada do Interface.

Funcionamento de passagem, tendo como partida o início do turno



Data	Revisão	Elaborado	Aprovado
------	---------	-----------	----------

Figura 73 - Instrução de trabalho para operador de Interface

## ANEXO XI INSTRUÇÕES DE TRABALHO DO OPERADOR DO COMBOIO LOGÍSTICO



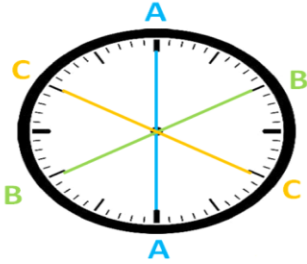
	<b>INSTRUÇÃO DE TRABALHO</b>	<b>IT N.º</b>
<input type="checkbox"/> Produção <input type="checkbox"/> Manutenção <input type="checkbox"/> Set-Up <input type="checkbox"/> Re-trabalho <input type="checkbox"/> Inspeção <input checked="" type="checkbox"/> Comboio Logístico		
<b>Operação</b>	<b>Processo</b>	<b>Posto de Trabalho</b>
Comboio Logístico de abastecimento de material de embalagem e recolha de produto acabado nas linhas de injeção.	Produtivo	Injeção
<b>Atividades:</b>		
Operador conduz comboio logístico com 3 percursos independentes, sempre com uma passagem comum pelo Interface entre a Produção e Amazém. A Periodicidade de cada percurso será de 30 minutos, com um espaçamento de 10 minutos entre eles.		
<p><b>Percurso A</b> – O comboio parte do Interface abastecido com material de embalagem (ME) e dirige-se ao corredor 3, efetuando o abastecimento nesta linha, deixando os trolleys nas máquinas respectivas (cada trolley tem identificado o nº da máquina a que pertence). De seguida encaminha-se ao corredor 1 para recolher trolleys de produto acabado e regressa novamente ao Interface.</p> <p><b>Percurso B</b> – O comboio parte do Interface abastecido com material de embalagem (ME) e dirige-se ao corredor 1, efetuando o abastecimento nesta linha, deixando os trolleys nas máquinas respectivas (cada trolley tem identificado o nº da máquina a que pertence). De seguida encaminha-se ao corredor 2 para recolher trolleys de produto acabado e regressa novamente ao Interface.</p> <p><b>Percurso C</b> – O comboio parte do Interface abastecido com material de embalagem (ME) e dirige-se ao corredor 2, efetuando o abastecimento nesta linha, deixando os trolleys nas máquinas respectivas (cada trolley tem identificado o nº da máquina a que pertence). De seguida encaminha-se ao corredor 3 para recolher trolleys de produto acabado e regressa novamente ao Interface.</p>		
Percurso exemplificado na imagem a seguir:		Funcionamento de Horário de passagem, tendo como partida o início do turno
		
Data	Revisão	Aprovado

Figura 74 - Instrução de trabalho para operador do Comboio Logístico



## ANEXO XIII MANUTENÇÃO DE CARRUAGENS



	Manutenção de Carruagens																																																																																																																																						
Data: ___/___/___ Última revisão: ___/___/___																																																																																																																																							
Responsável: _____ Carruagem nº _____ Trolley nº _____																																																																																																																																							
<p><b>Prevenção das carruagens</b></p> <p><b>Carruagem</b> _____ Estado:</p> <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rodas</li> <li>● Perfis das carruagens</li> <li>● Ligações dos perfis</li> <li>● Alavanca</li> </ul> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p>Substituição de:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Quantidade</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora início</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora fim</td> </tr> <tr> <td>Rodas</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Perfis das carruagens</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Ligações dos perfis</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Alavanca</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p><b>Carruagem</b> _____ Estado:</p> <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rodas</li> <li>● Perfis das carruagens</li> <li>● Ligações dos perfis</li> <li>● Alavanca</li> </ul> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p>Substituição de:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Quantidade</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora início</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora fim</td> </tr> <tr> <td>Rodas</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Perfis das carruagens</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Ligações dos perfis</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Alavanca</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p><b>Carruagem</b> _____ Estado:</p> <p>Verificar:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Rodas</li> <li>● Perfis das carruagens</li> <li>● Ligações dos perfis</li> <li>● Alavanca</li> </ul> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%; border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p>Substituição de:</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Quantidade</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora início</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">Hora fim</td> </tr> <tr> <td>Rodas</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Perfis das carruagens</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Ligações dos perfis</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> <tr> <td>Alavanca</td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> <td style="border: 1px solid black; height: 20px;"></td> </tr> </table> <p>Observações _____</p> <p>Legenda:</p> <p> <span style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">1</span> Bom estado                       <span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px;">2</span> Razoável                       <span style="background-color: #FF0000; padding: 2px;">3</span> Péssimo estado                 </p> <p>Aprovado: _____</p>																													Quantidade	Hora início	Hora fim	Rodas				Perfis das carruagens				Ligações dos perfis				Alavanca																													Quantidade	Hora início	Hora fim	Rodas				Perfis das carruagens				Ligações dos perfis				Alavanca																													Quantidade	Hora início	Hora fim	Rodas				Perfis das carruagens				Ligações dos perfis				Alavanca			
	Quantidade	Hora início	Hora fim																																																																																																																																				
Rodas																																																																																																																																							
Perfis das carruagens																																																																																																																																							
Ligações dos perfis																																																																																																																																							
Alavanca																																																																																																																																							
	Quantidade	Hora início	Hora fim																																																																																																																																				
Rodas																																																																																																																																							
Perfis das carruagens																																																																																																																																							
Ligações dos perfis																																																																																																																																							
Alavanca																																																																																																																																							
	Quantidade	Hora início	Hora fim																																																																																																																																				
Rodas																																																																																																																																							
Perfis das carruagens																																																																																																																																							
Ligações dos perfis																																																																																																																																							
Alavanca																																																																																																																																							

Figura 76 - Sugestão de Manutenção de Carruagens

## ANEXO XIV MANUTENÇÃO DE TROLLEYS

		Manutenção de Trolleys										
Data: __/__/__		Última revisão: __/__/__										
Responsável: _____		Linha nº _____										
<b>Prevenção dos Trolleys</b>												
<b>Descrição</b>												
Máquina nº	Trolley nº	Estado				Substituição (Quantidades)						
		A	B	C	D	A	B	C	D			
	1											
	2											
	1											
	2											
	1											
	2											
	3											
	4											
	5											
	6											
	7											
	8											
	9											
	10											
	11											
	12											
	13											
	14											
	15											
	16											
	17											
	18											
	19											
	20											
	21											
	22											
	23											
	24											
	25											
	26											
	27											
	28											
	29											
	30											
	31											
	32											
Observações _____												
Legenda para Estado: <table style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr> <td style="background-color: #90EE90; padding: 2px;">1</td> Bom estado</tr></table>										1	2	3
1												

| A - Rodas      B- Perfis das Carruagens      C- Ligações dos Perfis      D- Alavanca   Aprovado: \_\_\_\_\_      Limpeza \_\_\_\_\_ | | | | | | | | | |

Figura 77 - Sugestão de Manutenção de Trolleys



ANEXO XV PARQUE MÁQUINAS COM PROPOSTA DE IDENTIFICAÇÃO

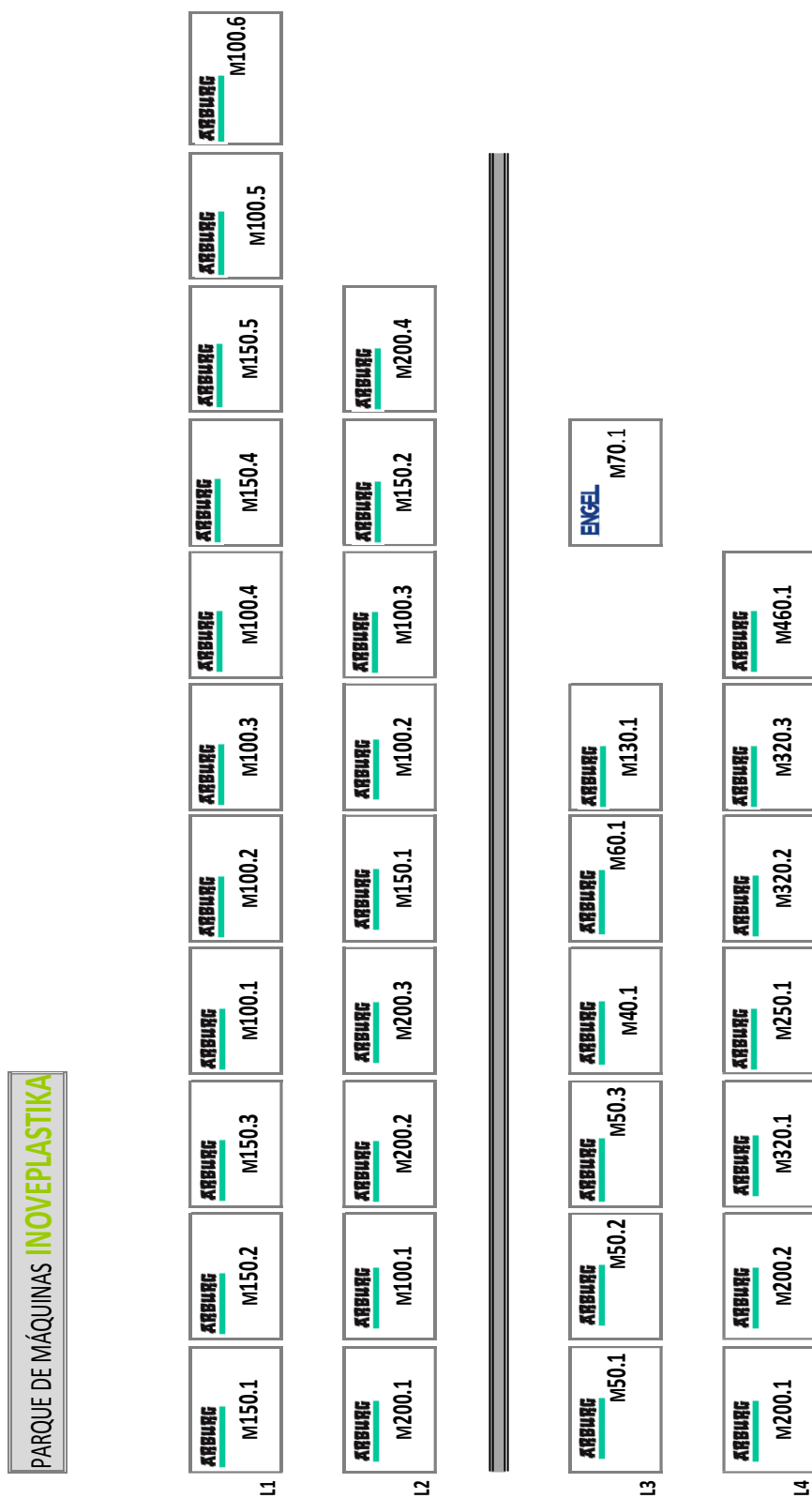


Figura 78 - Parque máquinas da secção de injeção

## ANEXO XVI PROPOSTA DE AUDITORIA 5S


		Auditoria 5S		
Responsável:		Data:		
Secção:		Última auditoria:		
Linha nº:				
Item nº	Designação	Sim	Não	Pontuação
1	Após injeção, as peças estão nos locais apropriados?			
2	Os recipientes para peças "NOK" encontram-se identificados, bem posicionados e mantêm a devida função?			
3	O sistema de marcação de chão encontra-se em boas condições?			
4	O local de trabalho encontra-se livre de embalagens, ou outros recipientes que estão posicionados incorretamente?			
5	Os corredores encontram-se livres de circulação, sem qualquer tipo de objetos posicionados incorretamente?			
6	O local de trabalho (equipamentos, piso, estantes, armários) apresenta-se limpo?			
7	Os locais para equipamentos e também recipientes, e outros utensílios de limpeza, estão devidamente identificados, bem localizados, limpos e seguros?			
8	Os armários, estantes e equipamentos estão sinalizados adequadamente?			
9	A identificação de secções, zonas, linhas e máquinas estão identificadas adequadamente?			
10	OS documentos estão ordenados, posicionados e identificados corretamente?			
11	A circulação interna está devidamente sinalizada, permitindo livre circulação de todo o tipo de equipamentos?			
12	O sistema de proteção de incêndio e sistemas de segurança, apresentam-se sinalizados corretamente?			
13	O local de trabalho, equipamentos e as atividades, encontra-se em boa segurança para os operadores?			
14	A iluminação do local de trabalho, está em boas condições?			
Total				
Avaliação (%) = (soma/14) x 100				

Figura 79 - Proposta de Auditoria de 5S

### ANEXO XVII SMED, DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DE EXECUÇÃO

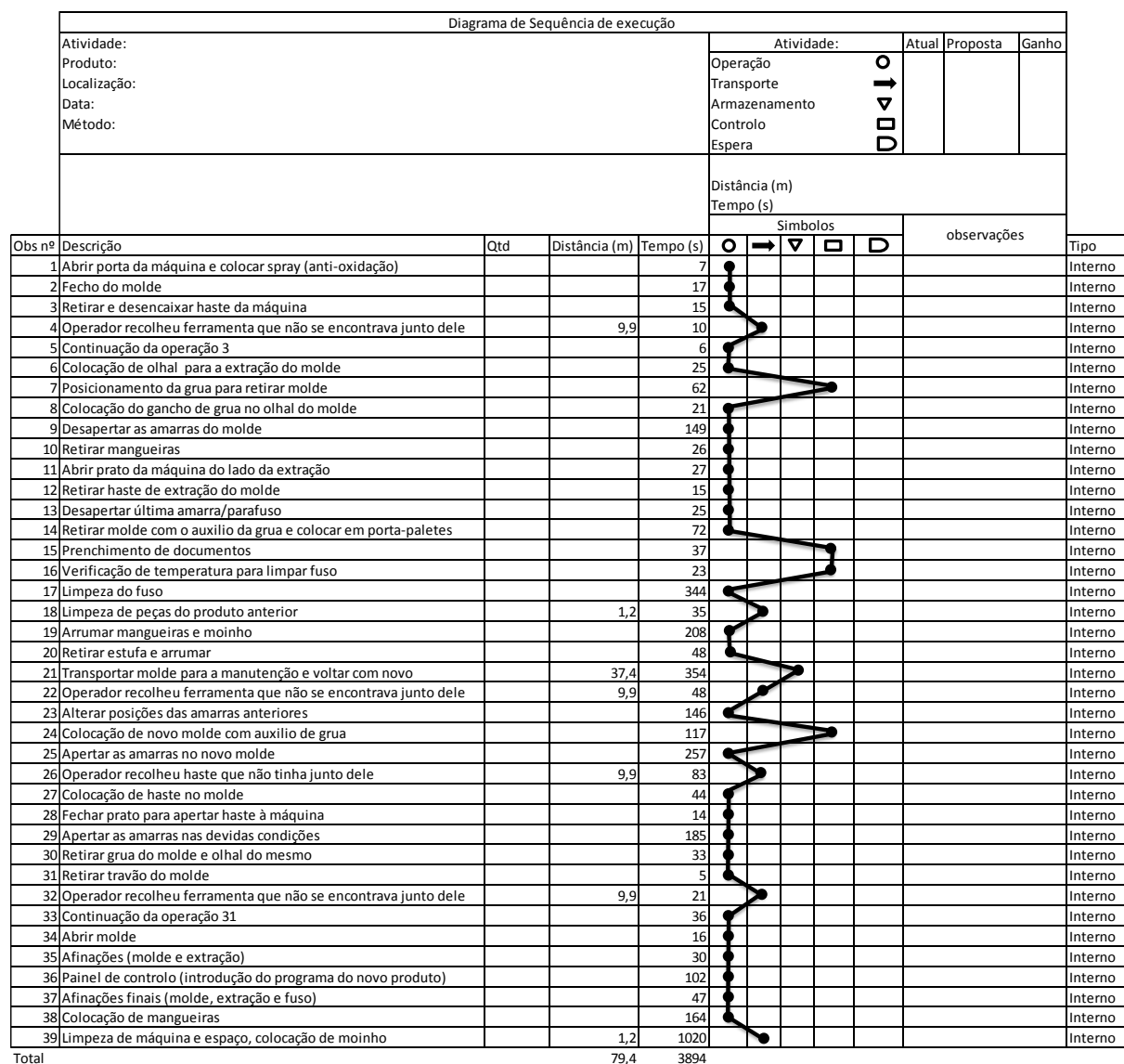


Figura 80 - Diagrama de sequência de execução da máquina Arburg 50T

# Aplicação de princípios e técnicas Lean à injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel

Diagrama de Sequência de execução												
Atividade:				Atividade:					Atual	Proposta	Gainho	
Produto:				Operação								
Localização:				Transporte								
Data:				Armazenamento								
Método:				Controlo								
				Espera								
				Distância (m)								
				Tempo (s)								
Obs nº	Descrição	Qtd	Distância (m)	Tempo (s)	Símbolos					observações	Tipo	
1	Colocação do molde no posicionamento correto para extração			58	○	→	▽	□	D			Interno
2	Abertura de máquina de injeção e colocação de spray ( anti-oxidante)			21								Interno
3	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	112								Interno
4	Desapertar e retirar haste do molde			58								Interno
5	Operador recolheu comando de grua		11,1	48								Interno
6	Fecho do molde para remoção			31								Interno
7	Retirar mangueiras/fios/ligações			5								Interno
8	Retirar 2º aspirador ( por ser de binjeção)			13								Interno
9	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	25								Interno
10	Continuação da operação n°8			44								Interno
11	Continuação da operação n°7			256								Interno
12	Operador recolheu porta-paletes		14,9	104								Interno
13	Continuação da operação n°7			166								Interno
14	Colocação do olhal no molde			76								Interno
15	Posicionamento da grua junto do molde			46								Interno
16	Colocação do olhal no gancho do molde			23								Interno
17	Retirar as amarras do molde			238								Interno
18	Abrir prato de extração			54								Interno
19	Retirar haste			129								Interno
20	Operador recolheu panos de limpeza		11,1	33								Interno
21	Retirar o molde da máquina			137								Interno
22	Operador transportar molde e fazer registo na manutenção		34	502								Interno
23	Operador recolheu sacos plásticos		34,9	103								Interno
24	Limpeza do 2º aspirador e funil da MP2			134								Interno
25	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	37								Interno
26	Continuação da operação n°24			67								Interno
27	Limpeza do aspirador principal ( fonte de alimentação)			32								Interno
28	Operador recolheu misturador de pigmento		34	220								Interno
29	Continuação da operação n°27			219								Interno
30	Operador recolheu panos de limpeza		11,1	43								Interno
31	Continuação da operação n°27			132								Interno
32	Limpeza do misturador de pigmento			441								Interno
33	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	93								Interno
34	Verificação do painel de controlo			16								Interno
35	Operador foi buscar matéria-prima para limpar fuso		34,9	146								Interno
36	Verificação do painel de controlo da temperatura			43								Interno
37	Arrefecimento do disjuntor do quadro electrico			700								Interno
38	Limpeza do fuso			155								Interno
39	Operador recolheu mais matéria-prima de limpeza do fuso		34,9	66								Interno
40	Continuação da operação n°38			205								Interno
41	Retirar aspirador/aplicação de máquina de pigmento/colocação na máq.			190								Interno
42	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	32								Interno
43	Continuação da operação n°41			423								Interno
44	Operador retirou material do produto anterior			13								Interno
45	Operador recolheu materiais que necessitava		34,9	104								Interno
46	Limpeza de material			41								Interno
47	Operador recolheu estufa		34	289								Interno
48	Limpeza e arrumação de local			149								Interno
49	Operador foi ligar/desligar "ligações elétricas"			77								Interno
50	Limpeza de estufa			50								Interno
51	Operador recolheu produto de limpeza		11,1	26								Interno
52	Continuação da operação n°50			694								Interno
53	Limpeza de chão e arrumações			1252								Interno
54	Preenchimento de documentos			193								Interno
55	Operador recolheu novo molde na zona da manutenção		34	316								Interno
56	Operador retirou documentos do antigo produto e recolheu do novo		44,5	812								Interno
57	Operador posiciona grua e coloca molde na máquina			121								Interno
58	Verificar nivelamento do molde			27								Interno
59	Apertar as amarras			158								Interno
60	Colocação da haste			28								Interno
61	Operador foi buscar um óleo		11,1	19								Interno
62	Colocação de óleo na haste			31								Interno
63	Continuação da operação n°60			250								Interno
64	Colocação das restantes amarras			86								Interno
65	Retirar gancho do olhal da grua			32								Interno
66	Continuação da operação n°59			48								Interno
67	Colocação de mangueiras			38								Interno
68	Operador recolheu ferramenta que não se encontrava junto dele		11,1	49								Interno
69	Retirar olhal			81								Interno
70	Abrir o molde			41								Interno
71	Colocação da peça para completar a haste			44								Interno
72	Verificação da colocação da haste			40								Interno
73	Colocação de dados do novo produto no painel de controlo			78								Interno
74	Afinações			60								Interno
75	Colocação do 2º Aspirador			89								Interno
76	Continuação da operação n°74			55								Interno
77	Afinações			139								Interno
78	Colocação de mangueiras			70								Interno
79	Operador recolheu mangueiras		11,1	180								Interno
80	operador retirou material do produto anterior			101								Interno
81	Colocação de ligações			146								Interno
82	Continuação da operação n°78			188								Interno
83	Operador recolheu mangueiras		11,1	20								Interno
84	Continuação da operação n°78			5								Interno
85	Preparação			263								Interno
86	Afinações finais			103								Interno
87	Arrumação de ferramentas		11,1	108								Interno
88	Colocação de documentos na máquina			58								Interno
89	colocação da estufa			89								Interno
Total			490,4	12537								

Figura 81 - Diagrama de sequência de execução da máquina Arburg 250T

## ANEXO XVIII PROPOSTA DE CHECK-LIST


	<b>CHECK- LIST DE PREPARAÇÃO SETUP</b>
Data: ___/___/___      Hora de início: _____ Máquina nº _____      Código Molde _____ Operador: _____	
<p>Preparação antes de desligar a máquina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Molde para entrar na máquina <input type="checkbox"/></li> <li>● Carro de transporte de ferramentas <input type="checkbox"/></li> <li>● Grua posicionada <input type="checkbox"/></li> <li>● Utensílios de Limpeza <input type="checkbox"/></li> </ul> <p>Ferramentas para carro de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Spray Cera (Lubrificação de molde) <input type="checkbox"/></li> <li>● Matéria-prima (PP) <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave de Umbrako <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave de Umbrako para travão <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave de Umbrako para extração <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave de Canos <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave de fendas <input type="checkbox"/></li> <li>● Chave em cruz <input type="checkbox"/></li> <li>● Benzina (limpeza de equipamentos) <input type="checkbox"/></li> <li>● Panos de Limpeza <input type="checkbox"/></li> <li>● Abraçadeiras (para apertar mangueiras) <input type="checkbox"/></li> <li>● Haste <input type="checkbox"/></li> <li>● Haste (suplente) <input type="checkbox"/></li> <li>● Mangueiras <input type="checkbox"/></li> <li>● Nível <input type="checkbox"/></li> <li>● Oleo de lubrificação <input type="checkbox"/></li> <li>● Outras <input type="checkbox"/></li> </ul> <hr style="width: 30%; margin-left: 0;"/> <p>Observações: _____</p>	

Figura 82 - Sugestão de Check-list para a preparação de setup

ANEXO XIX PRODUTOS MONTAGEM

Tabela 38 - Informação de produtos montagem: um abastecedor e fornecimento de materiais e produtos finais

código montagem	Tmp. Std.		pg/caixa	Tmp. Caixa		P.A.	Embalagem
				seg	min		
1PRE00001	6,6		60,0	396,0	7	5	Caixa
1PRE00002	6,6		60,0	396,0	7	5	Caixa
1PRE00003	6,6		60,0	396,0	7	5	Caixa
1PRE00004	6,6		60,0	396,0	7	5	Caixa
1PRE00005	19,4		32,0	620,5	10	3	Caixa
1PRE00006	19,4		32,0	620,5	10	3	Caixa
1PRE00007	863,9	14,4			14	2	Rack
1PRE00008	934,7	6,5			16	2	Rack
1PRE00009	252,0	3,5			4	7	Rack
1PRE00010	369,4	6,2			6	5	Rack
1PRE00011	633,0	7,5			11	3	Rack
1PRE00012	1629,1	3,8			27	1	Rack
1PRE00013	19,4		32,0	620,5	10	3	Caixa
1PRE00014	1279,0	106,6			21	1	Rack
1PRE00015	695,1	57,9			12	3	Rack
1PRE00016	540,7	45,1			9	3	Rack
1PRE00017	439,0	36,6			7	4	Rack
1PRE00018	876,7	73,1			15	2	Rack
1PRE00019	71,8	3,0			1	25	Rack
1PRE00020	23,1		84,0	1942,9	32	1	Caixa
1PRE00021	540,7	45,1			9	3	Rack
1TRW00001	46,4		48,0	2228,2	37	1	Caixa
1TRW00002	41,2		36,0	1482,8	25	1	Caixa
1TRW01002	229,3		20,0	4586,4	76	0,4	Caixa
1TRW04001	230,0		70,0	16098,6	268	0,1	Caixa
0TRW00084-85	5,5		48,0	262,1	4	7	Caixa
0TRW00105-106	5,5		48,0	262,1	4	7	Caixa
1BOR00001	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00002	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00005	27,4		260,0	7124,0	119	0,3	Caixa
1BOR00007	27,4		260,0	7124,0	119	0,3	Caixa
1BOR00009	27,4		260,0	7124,0	119	0,3	Caixa
1BOR00010	27,4		260,0	7124,0	119	0,3	Caixa
1BOR00012	27,4		500,0	13700,0	228	0,1	Caixa
1BOR00013	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00014	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00016	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00017	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00020	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00021	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00023	7,7		45,0	345,6	6	5	Caixa
1BOR00024	7,6		110,0	830,5	14	2	Caixa
1BOR00025	15,3		44,0	671,9	11	3	Caixa
1BOR00026	15,3		44,0	671,9	11	3	Caixa
1BOR00027	15,3		44,0	671,9	11	3	Caixa
1BOR00028	15,3		48,0	733,0	12	2	Caixa
1BOR00030	7,6		45,0	339,8	6	5	Caixa
1BOR00031	27,4		300,0	8220,0	137	0,2	Caixa
1BOR00033	7,6		110,0	830,5	14	2	Caixa
1VIS00005	80,0						
1VIS00007	19,7		156,0	3079,4	51	1	
1VIS00008	19,7		156,0	3079,4	51	1	
1VIS00009	19,7		156,0	3079,4	51	1	
1VIS00010	19,7		156,0	3079,4	51	1	