



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

João Carlos Gonçalves Carvalho

Implementação de Ferramentas *Lean*
Manufacturing na Indústria da injeção de Plástico

Tese de Mestrado

Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

Trabalho efetuado sob a orientação do(s)

Professor Doutor Rui Manuel Alves Silva Sousa

Março de 2018



DECLARAÇÃO

Nome: João Carlos Gonçalves Carvalho

Endereço eletrónico: Jc.carvalho10@hotmail.com Telefone: 938321954

Número do Bilhete de Identidade: 13503810

Título da dissertação:

Implementação de Ferramentas *Lean Manufacturing* na Indústria da injeção de Plásticos

Orientador(es):

Professor Rui Manuel Alves Silva Sousa

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial

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

1. DE ACORDO COM A LEGISLAÇÃO EM VIGOR, NÃO É PERMITIDA A REPRODUÇÃO DE QUALQUER PARTE DESTA TESE/TRABALHO

Universidade do Minho, 23/03/2018

Assinatura:



AGRADECIMENTOS

A conclusão deste projeto representa o culminar de uma das etapas mais importantes na minha vida. O seu desenvolvimento não seria, de todo, possível, sem o apoio de algumas pessoas, que de forma direta ou indireta contribuíram para que a sua elaboração se tornasse uma realidade. Assim, quero demonstrar os meus sinceros agradecimentos e reconhecer toda a ajuda que me foi prestada.

Ao Professor Doutor Rui Sousa, por ter aceite orientar o presente trabalho, por toda a ajuda, disponibilidade e apoio demonstrado ao longo da elaboração da minha dissertação.

À empresa Copefi Components for Automative, S.A, pela oportunidade de realizar a dissertação num projeto de tanta importância para a empresa, interagindo com pessoas de várias áreas que me permitiram aprender e crescer bastante. Um agradecimento especial ao Engenheiro Serafim Oliveira, orientador na empresa, pela forma como me integrou na equipa, por todo o apoio demonstrado, por todos os seus conselhos e ensinamentos e pela motivação que sempre me incutiu, mesmo nos momentos menos bons. Ao Engenheiro João Torrinha e ao Doutor Óscar Rocha, por me terem dado a oportunidade de realizar o projeto na COPEFI e por terem confiado no meu trabalho. A toda a equipa do departamento de produção da COPEFI, muito obrigado! Aos dois afinadores, Carlos Cardoso e Adelino Brás por todos os ensinamentos. A todos os colegas de trabalho, Vitor Ferreira, José Silva e António Pinto, agradeço todo o apoio, bem como, toda a amizade e ajuda partilhada durante esta fase.

Ao João Nobre, Diogo Machado, José Matos, João Rocha e Guilherme Gonçalves pela vossa amizade e apoio.

À Rita, por todo o teu amor e carinho, por toda a tua paciência, dedicação e ajuda, não só nesta dissertação, mas todos os dias. Obrigado por estares sempre ao meu lado e por me motivares mesmo nos momentos mais difíceis.

Por fim e não menos importante, um agradecimento muito especial aos meus pais, avó e irmão, por todo o apoio incondicional ao longo de toda a minha vida. Tenho a certeza que não seria quem sou hoje sem vocês! Obrigado por tudo!





RESUMO

A presente dissertação realizou-se no âmbito de um projeto individual em ambiente industrial, inserido no 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia e Gestão Industrial. O objetivo global centrou-se em melhorar o desempenho do processo produtivo da Copefi Components for Automotive, S.A, uma empresa de injeção de plásticos, através da aplicação de ferramentas *lean manufacturing*.

Na realização deste projeto, foi utilizada a metodologia *Action Research*, tendo-se seguido as suas cinco etapas. Desta forma, a dissertação iniciou-se pela revisão bibliográfica sobre a filosofia *lean Production* e algumas das suas ferramentas.

Simultaneamente, foi realizado um diagnóstico e análise da situação atual da empresa. Primeiramente, fez-se uma caracterização geral da COPEFI, passando-se depois para uma descrição mais detalhada da secção de produção. Assim, em função da análise do processo produtivo e dos resultados obtidos com as ferramentas de diagnóstico implementadas, identificou-se que o processo de troca de referência (*setup* das máquinas de injeção) era um processo crítico. Constatou-se, também, que os operadores, tanto no processo de *setup* como em operações de manutenção e limpeza do espaço de trabalho, necessitavam de percorrer grandes distâncias na procura e identificação dos materiais. Verificou-se ainda a falta de organização do chão de fábrica e deficiências ao nível do planeamento da produção.

Com base na análise dos problemas, elaboraram-se as propostas de melhoria (parte delas adotadas também nas unidades da Roménia e México), baseadas em conceitos *lean*, com o objetivo de reduzir/eliminar os problemas identificados. Assim, aplicou-se a ferramenta SMED, introduziram-se estratégias de gestão visual e organizaram-se os materiais de trabalho e o chão de fábrica em geral, entre outros. Posteriormente, criaram-se ferramentas que se mostraram úteis no apoio ao planeamento da produção. A implementação das ações propostas permitiu à empresa obter ganhos bastante positivos na redução do tempo de *setup* (43,5%), destacando-se a redução do tempo de substituição da Mão de Robot (94,6%). A organização do chão de fábrica proporcionou, entre outros, a diminuição da distância percorrida pelos colaboradores. Por seu lado, a criação da ferramenta de apoio à produção mostrou-se importante no auxílio ao planeamento. Globalmente, reduziu-se o tempo desperdiçado mensalmente nas operações de *setup* em 38,2%, traduzindo-se num aumento de 192 horas mensais disponíveis para produção.

PALAVRAS-CHAVE

Lean Manufacturing, Setup, SMED, Kaizen, Organização





ABSTRACT

The present dissertation was realized as part of an individual project in an industrial environment, inserted in 5th year of the Integrated Masters in Industrial Engineering and Management. The overall objective was to improve the performance of the production process of Copefi Components for Automative, S.A, a plastic injection company, through the application of lean manufacturing tools.

The methodology used in this project was the Action-Research, which has five stages. In this way, the dissertation began by the bibliographic review about lean production and some of his tools.

At the same time, was carried out a diagnosis and analysis of the company. First, was made a general characterization of COPEFI, and then it was done a more detailed description of the sector under study.

That way, according to the analysis of the productive and the results obtained with the diagnostic tools implemented, it was identified that the process of exchange of reference (setup of the injection machines) was a critical process. It was also verified, that the operators, in the process of *setup* and in operations of maintenance and cleaning of the workspace, needed to travel great distances in the search and identification of the materials. At the same time, there was a lack of organization of the shop floor and problems in the production planning.

After the analysis of the problems, the improvement proposals (some of them also adopted in the units of Romania and Mexico), based on lean concepts, were elaborated with the purpose of reducing or even eliminating the problems identified. The SMED tool was applied, strategies were introduced for visual management and organization of work materials and the floor of the factory in general, among others. Next, a tool was created to support production planning, which proved to be extremely useful.

The implementation of the proposed actions allowed the company to obtain very positive gains in the reduction of setup time (43.5%), especially the reduction of the robot-hand replacement time (94.6%). The organization of the factory floor provided, among others, the reduction of the distance covered by the employees. For its part, the creation of the production support tool was important in planning aid. Globally, the monthly wasted time in setup operations was reduced by 38.2%, resulting in an increase of 192 monthly hours available for production.

KEYWORDS

Lean Manufacturing, Setup, SMED, Kaizen, Organization





ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas	xvii
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos	xix
1. Introdução	1
1.1 Enquadramento	1
1.2 Objetivos.....	2
1.3 Metodologia de investigação.....	2
1.4 Estrutura da dissertação.....	4
2. Revisão Bibliográfica	5
2.1 Lean Manufacturing e Toyota Production Systems (TPS)	5
2.2 Princípios do Lean.....	6
2.3 Desperdícios	8
2.4 Técnicas e ferramentas lean.....	9
2.4.1 Kaizen.....	9
2.4.2 TPM	10
2.4.3 OEE.....	12
2.4.4 5 S.....	14
2.4.5 Trabalho normalizado	15
2.4.6 SMED.....	17
2.4.7 Gestão visual	21
2.4.8 Mecanismos Poka-Yoke	22
3. Apresentação da empresa.....	25
3.1 Identificação e localização	25
3.2 Recursos humanos.....	27
3.3 Principais produtos, mercado e clientes.....	28



3.4	Descrição geral do processo produtivo.....	30
4.	Análise e diagnóstico do processo produtivo	33
4.1	Secção de produção: o processo de injeção.....	33
4.2	Cálculo do OEE	35
4.3	Análise ao processo de troca de referência	40
4.4	Quantificação do tempo improdutivo e identificação dos motivos de paragem.....	42
4.4.1	Codificação das principais incidências na produção e no processo de <i>Setup</i>	42
4.4.2	Alteração da folha de registo do processo de troca de referência “mod.142/DP”	42
4.4.3	Conversão dos dados obtidos em gráficos elucidativos do estado do sistema.....	45
4.5	Processo de mudança de moldes	50
4.6	Carrinho de ferramentas do processo de troca de moldes degradado e mal-organizado	51
4.7	Elevado tempo necessário para a montagem da mão-de-robot	51
4.8	Elevadas deslocações na procura de ferramentas de manutenção/ limpeza das máquinas.	53
4.9	Principais ferramentas de apoio à produção desorganizadas	55
4.10	Falta de identificação do local destinado à MP, produto acabado e periféricos	56
4.11	Quadro dos principais indicadores de produção degradado	58
5.	Apresentação e implementação de propostas de melhoria.....	59
5.1	Aplicação da ferramenta SMED no processo de mudança de moldes	59
5.1.1	Substituição do carrinho de ferramentas utilizado no processo de <i>setup</i>	63
5.1.2	Alteração do livro de molde.....	66
5.1.3	Otimização e normalização da mão de robot e respetivo suporte	69
5.2	Aplicação da ferramenta 5S.....	72
5.2.1	Criação de quadros de ferramentas	72
5.2.2	Organização das principais ferramentas de apoio à produção num painel.....	77
5.2.3	Identificação do espaço para a matéria-prima, produto acabado e periféricos	78
5.2.4	Organização da disposição dos moldes e introdução na lista de moldes e LIBRA	79
5.2.5	Alteração do quadro dos principais indicadores de produção	81
5.3	Criação de uma ferramenta de apoio à produção.....	82
5.4	Reuniões Kaizen.....	84



5.5	Ações tomadas relativamente aos principais motivos de paragem identificados	86
6.	Discussão e avaliação dos resultados	89
6.1	Criação de ferramentas de diagnóstico	89
6.2	Redução do tempo despendido no processo de <i>setup</i>	89
6.2.1	Substituição do carrinho de ferramentas utilizado no processo de <i>setup</i>	90
6.2.2	Alteração do livro de molde	91
6.2.3	Otimização e normalização da mão de robot e respetivo suporte	92
6.2.4	Síntese dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta SMED	93
6.3	Organização do chão de fábrica	94
6.3.1	Criação de quadros de ferramentas	94
6.3.2	Organização das principais ferramentas de apoio à produção num painel	95
6.3.3	Identificação do espaço para a matéria-prima, produto acabado e periféricos	95
6.3.4	Organização da disposição dos moldes e introdução na lista de moldes e LIBRA	96
6.3.5	Restauração do quadro dos principais indicadores de produção	97
6.4	Reuniões Kaizen	98
6.4.1	Envolvência dos operadores	98
6.4.2	Formação dos trabalhadores	98
6.5	Ganhos com a aplicação da ferramenta de apoio à produção	98
6.6	Monitorização do sistema produtivo e resultados finais	99
6.6.1	Impacto do projeto no tempo improdutivo mensal	104
7.	Conclusão	107
7.1	Considerações finais	107
7.2	Trabalho futuro	110
	Referências Bibliográficas	111
	Anexo I – Descrição da estrutura organizacional da empresa	114
	Anexo II – Fluxo de materiais	116
	Anexo III – Cálculo do fator disponibilidade (OEE)	119
	Anexo IV – Cálculo do fator velocidade (OEE)	121



Anexo V – Lista de códigos de incidências de produção.....	123
Anexo VI – Registo de ação de formação sobre a nova lista de códigos de incidências de produção .	125
Anexo VII – Novo registo do processo de troca de referência	127
Anexo VIII – Novo registo do processo de <i>setup</i> a utilizar nas unidades do México e Roménia	129
Anexo IX – Registo da ação de formação sobre o preenchimento do novo registo.....	131
Anexo X – Ficheiro Excel a preencher com os dados provenientes do registo do processo <i>setup</i>	133
Anexo XI – Checklist/ Standard de apoio na execução da operação de mudança de moldes	135
Anexo XII – Auditoria ao processo de troca de referência	137
Anexo XIII – Ferramenta de apoio à produção	139
Anexo XIV – Evolução mensal do tempo de <i>setup</i> por máquina	143
Anexo XV – Evolução mensal do tempo gasto entre cada uma das fases do processo	145
Anexo XVI – Evolução mensal do tempo gasto no processo de <i>setup</i>	147



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - As cinco fases da metodologia investigação-ação	4
Figura 2 - Casa TPS (retirado de Liker (2006))	6
Figura 3 - Pilares TPM, (retirado de Ahuja et al., (2008))	11
Figura 4 - Metodologia do cálculo do OEE	12
Figura 5 - Perdas contabilizadas pelo OEE.....	13
Figura 6 - Fases da Metodologia SMED - (retirado de Productivity Press (1996))	18
Figura 7 - Exemplo de Quadro de controlo e comunicação visual (retirado de Feld (2001)).....	22
Figura 8 - Contact Method (retirado de Shimbun (1988)).....	23
Figura 9 - Fixed-value Method (retirado de Shimbun (1988)).....	23
Figura 10 - Motion-step Method (retirado de Shimbun (1988)).....	24
Figura 11 - Unidades produtivas de Portugal, Roménia e México	25
Figura 12 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa	28
Figura 13 - Exemplo de produtos fabricados na COPEFI	28
Figura 14 - Principais Mercados e unidades representativas do grupo COPEFI	29
Figura 15 - Principais OEM's para os quais a COPEFI fornece os seus produtos	30
Figura 16 - Layout COPEFI.....	31
Figura 17 - Máquina de injeção (http://www.tudosobreplasticos.com/processo/injecao.asp)	34
Figura 18 - Máquina de injeção (COPEFI).....	35
Figura 19 - Exemplo cálculo TC ideal máquina M1	37
Figura 20 – Resultado do Cálculo do OEE global e por máquina.....	39
Figura 21 - Principais etapas que constituem o processo de setup.....	41
Figura 22 - Comparação entre a folha de registo anterior e a atual	43
Figura 23 - Exemplo de um setup e identificação dos desperdícios para preencher o novo registo.....	44
Figura 24 - Discriminação dos Tempos de setup	46
Figura 25 - Separação dos tempos do processo de setup por máquina	46
Figura 26 - Tempo desperdiçado/etapa	47
Figura 27 - Tempo de paragem/ código de tipo de desperdício.....	48
Figura 28 - Diagrama de Spaghetti de um Processo de setup	50



Figura 29 - Carro de Ferramentas utilizado no processo	51
Figura 30 - Exemplo de Mão de Robot antes e após a montagem	52
Figura 31 - Desorganização do material de limpeza.....	53
Figura 32 - Diagrama de Spaghetti das deslocações dos operadores (situação mais crítica)	54
Figura 33 - Local de armazenamento das principais ferramentas.....	55
Figura 34 - Falta de marcação de local para a matéria-prima e produto acabado	56
Figura 35 - Falta de marcação para os elementos periféricos	57
Figura 36 - Quadro com os principais indicadores de produção degradado	58
Figura 37 - Filmagem do processo de setup	60
Figura 38 - Listagem das operações e distinção das mesmas em internas e externas	61
Figura 39 - Novo carrinho de ferramentas	65
Figura 40 - Capa do novo livro de molde	66
Figura 41 - Tabelas de registo de intervenções e de materiais de desgaste no novo livro	67
Figura 42 - Listagem dos acessórios para a montagem do molde	68
Figura 43 - Exemplo do preenchimento do novo livro de molde.....	69
Figura 44 - Componentes da Nova Mão de Robot.....	70
Figura 45 - Ilustração do novo encaixe rápido da Mão no Suporte.....	71
Figura 46 - Nova Mão de Robot em produção.....	71
Figura 47 - Disposição dos 7 quadros no chão de fábrica	72
Figura 48 - Identificação dos materiais a colocar nos quadros	73
Figura 49 - Distribuição das ferramentas nos quadros	74
Figura 50 - Exemplos da identificação de cada quadro e respetiva cor associada às ferramentas	75
Figura 51 - Disposição dos quadros na zona de injeção 1	75
Figura 52 - Diagrama de Spaghetti para a pior situação (M13)	76
Figura 53 - Painel com ferramentas de apoio organizado.....	77
Figura 54 - Identificação da zona para os periféricos, paletes de MP e de produto acabado.....	78
Figura 55 - Organização dos moldes segundo uma matriz	79
Figura 56 - Identificação do local de armazenamento do molde no novo livro de molde.....	80
Figura 57 - Organização da disposição dos moldes e delineação da zona de alocação	80
Figura 58 - Remodelação dos Quadros dos indicadores de eficiência	81
Figura 59 - Simulação do planeamento de produção semana 24.....	83



Figura 60 - Exemplo dos resultados mensais analisados durante as reuniões Kaizen	84
Figura 61 - Gráfico analisado durante as reuniões Kaizen	85
Figura 62 - Exemplo de um documento PDCA preenchido após a realização de uma reunião Kaizen..	85
Figura 63 - Comparação entre o carrinho de ferramentas anterior e o atual	90
Figura 64 - Comparação da organização das ferramentas antes e após a realização do projeto	95
Figura 65 - Chão de fábrica antes e depois da aplicação da ferramenta 5S	96
Figura 66 - Quadro dos principais indicadores de produção antes e após restauro	97
Figura 67 - Evolução mensal das frações que constituem o processo de setup	100
Figura 68 - Evolução mensal do tempo desperdiçado por código de paragem	101
Figura 69 - Evolução mensal do tempo de setup das máquinas mais críticas e do seu somatório.....	102
Figura 70 - Evolução mensal do tempo gasto no processo de setup (%)	104
Figura 71 - Fluxo de Materiais	117
Figura 72 - Continuação do Fluxo de Materiais	118
Figura 73 - Cálculos auxiliares fator disponibilidade	119
Figura 74 - Cálculos auxiliares fator velocidade	121
Figura 75 - Lista de códigos de Incidências	123
Figura 76 - Registo da ação de formação sobre a nova lista de códigos de incidências de produção.	125
Figura 77 - Novo registo do processo de troca de referência	127
Figura 78 - Novo registo do processo de troca setup a utilizar nas fábricas do México e Roménia.....	129
Figura 79 - Registo da ação de formação acerca do novo registo de paragens no processo de setup	131
Figura 80 - Exemplo Máquina 8 no mês de Fevereiro	133
Figura 81 - Checklist / Standard mudança de moldes	135
Figura 82 - Resultado auditoria processo de troca de referência	137
Figura 83 - Resultado auditoria processo de troca de referência (Continuação)	138
Figura 84 - Preenchimento da ferramenta para o dia 1 da semana 24.....	141
Figura 85 - Planeamento Produção Semana 24	142
Figura 86 - Evolução mensal do tempo de setup por máquina	143
Figura 87 - Evolução do tempo despendido em cada uma das fases do processo de setup	145
Figura 88 - Evolução percentual mensal do tempo desperdiçado no processo de setup.....	147



ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Produção analisada em cada uma das máquinas.....	36
Tabela 2 - Índice Qualidade.....	36
Tabela 3 - Índice Velocidade	38
Tabela 4 - Cálculo Índice disponibilidade.....	38
Tabela 5 - Índice Disponibilidade.....	39
Tabela 6 - Tempo Total de Paragem Resultante do Processo de Setup.....	49
Tabela 7 - Lista de Ferramentas necessárias na Desmontagem/Montagem de Moldes	63
Tabela 8 - Lista de Ferramentas necessárias na Desmontagem/Montagem de Moldes (continuação). 64	
Tabela 9 - Custos construção novo carrinho de ferramentas	65
Tabela 10 - Custos construção dos quadros de ferramentas.....	76
Tabela 11 - Custos construção do painel com as ferramentas	78
Tabela 12 - Tempo despendido na operação de preparação do carro antes e depois do projeto	90
Tabela 13 - Tempo despendido nas operações de preparação do molde antes e depois do projeto	91
Tabela 14 - Ganhos com a nova Mão e Suporte	92
Tabela 15 - Síntese dos ganhos obtidos na aplicação da ferramenta SMED	93
Tabela 16 - Distância e tempo despendido em deslocações antes e depois da criação dos quadros ...	94
Tabela 17 - Tempo despendido na procura e transporte do molde antes e depois do projeto.....	97
Tabela 18 - Divisão do tempo total de setup antes e depois do projeto.....	100
Tabela 19 - Impacto das propostas de melhoria no tempo desperdiçado por cada código	101
Tabela 20 - Tempo de setup das três máquinas mais críticas antes e depois do projeto.....	103
Tabela 21 – Impacto do projeto na redução do tempo desperdiçado entre as fases do processo.....	103
Tabela 22 - Percentagem de tempo mensal gasto em setups antes e após o trabalho realizado	105



LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

DAF – Direção Administrativa e Financeira

DC – Direção de Compras

DF – Direção de Fábrica

DG – Direção Geral

DL – Direção Logística

DM – Direção de Montagens

DMA – Direção de Manutenção

DP – Direção de Produção

DQA – Direção de Qualidade e Ambiente

DRH – Direção de Recursos Humanos

DTC – Direção Técnico-Comercial

EDI – Eletronic Data Inter

ISO – International Organization for Standardization

JIT – Just in Time

MP – Matéria-Prima

NAFTA – North American Free Trade Agreement

OEE – Overall Equipment Effectiveness

OEM – Original Equipment Manufacturer

PDCA – Plan, Do, Check, Act

SMED – Single Minute Exchange of Die

TC – Tempo de Ciclo

TPM – Total Productive Maintenance

TPS – Toyota Production System

UM – Unidades Monetárias

WIP – Work in Process



1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo tem como objetivo enquadrar o tema do projeto desenvolvido pelo autor, focando-se na implementação de ferramentas *lean* no processo de produção da Copefi Components for Automotive, S.A, com intuito de melhorar o seu desempenho. Posteriormente será apresentada a metodologia de investigação adotada. Finalmente, conclui-se com a descrição da estrutura da presente dissertação.

1.1 Enquadramento

A indústria está em constante evolução, o que faz com que haja um acréscimo contínuo de um mercado mais competitivo. A fim de enfrentarem essa competitividade e de forma a se afirmarem com sucesso no exigente mundo empresarial, as empresas têm vindo a apostar com mais frequência na melhoria dos seus processos produtivos, respondendo de forma mais rápida e eficaz, nunca colocando a qualidade dos produtos em causa, mas baixando o custo de produção dos mesmos (Alves, 2007). Assim, pode dizer-se que o objetivo principal de grande parte das empresas é produzir mais, com menos recursos, de forma mais rápida e eficiente.

O *Lean Production* (Womack, Jones, & Roos, 1990) é uma das abordagens de produção que pode ajudar as organizações a subsistir no mercado e fazer face aos seus concorrentes. Deste modo, define-se *lean* como um paradigma de gestão centrado no cliente, que tem por objetivo eliminar os desperdícios. Consideram-se desperdícios todas as tarefas que não acrescentam valor ao produto, do ponto de vista do cliente (Ortiz, 2006).

Adicionalmente, surgiu o conceito *lean Thinking* (Womack & Jones, 1996). Estes autores referem-se a esta filosofia como o “antídoto para o desperdício”, baseada, fundamentalmente, no *Toyota Production System* (TPS) criado por Taiichi Ohno em 1988 (Ohno, 1988).

De uma forma geral, este “pensamento magro” assenta nos pressupostos do TPS, aos quais foram adicionados cinco princípios, que devem ser rigorosamente praticados. Os cinco princípios inerentes a este pensamento são: valor (do ponto de vista do cliente); cadeia de valor (conjunto de todas as ações necessárias para criação de um produto); fluxo (existência de um fluxo contínuo entre todas as fases de produção); produção puxada (produzir apenas aquilo que é necessário quando necessário) e perfeição (procura sistemática pela perfeição). Estes princípios visam simplificar o modo como uma organização produz valor para o cliente enquanto os desperdícios são eliminados (Pinto,2008).



São várias as ferramentas relacionadas com o pensamento *lean* e que permitem uma implementação eficaz desta cultura, tais como: *Value Stream Mapping* (Rother & Shook, 2003); *Single Minute Exchange of Die* (SMED) (Shingo, 1985); *Standard Work, Kaizen* (Imai, 1991), Gestão Visual, entre outras.

O trabalho será desenvolvido na Copefi Components for Automative, S.A., uma empresa que se insere no ramo da indústria de injeção de plásticos. A COPEFI, à semelhança de outras empresas de sucesso têm-se tentado adaptar sempre às exigências do mercado, e tem conseguido obter bons resultados. O principal destino dos produtos da COPEFI é a indústria automóvel e visto que neste sector existe uma elevada concorrência, a COPEFI procura desenvolver nos seus colaboradores a necessidade de melhoria constante dos seus processos produtivos com o objetivo de manter a sua competitividade no mercado. A empresa sentiu a necessidade de identificar possíveis formas de melhorar o seu desempenho e competitividade para poder lidar melhor com o mercado cada vez mais difícil. Neste contexto, uma dissertação de mestrado focada na identificação de soluções para melhorar o desempenho surgiu como um importante passo de forma a tornar a empresa mais competitiva.

1.2 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação centra-se em melhorar o desempenho do processo produtivo da Copefi Components for Automative, S.A, através da aplicação de ferramentas *lean manufacturing*.

No final do projeto, pretende-se:

- Aumentar a produtividade do sistema;
- Reduzir tempos de paragem;
- Reduzir o tempo de mudança de Moldes;
- Racionalizar o processo de planeamento de produção;
- Minimizar as movimentações dos operadores;
- Padronizar as atividades;
- Reduzir desperdícios.
- Organizar o Chão de Fábrica;

1.3 Metodologia de investigação

Esta dissertação teve como base uma pesquisa bibliográfica detalhada em várias fontes literárias, nomeadamente, fontes primárias, secundárias e terciárias. Os temas abordados incidiram na filosofia *lean production* e as suas ferramentas, dando especial ênfase ao *Single Minute Exchange of Die* (SMED).



Para uma informação válida e rigorosa foram pesquisados e analisados artigos científicos, dissertações e livros onde foram realizadas investigações anteriores relacionadas com o tema trabalhado.

Após a conclusão das pesquisas, foram sintetizadas todas as informações relevantes e importantes numa revisão crítica da literatura, a fim de desenvolver um conhecimento e uma compreensão profundos sobre o tema.

A metodologia a utilizar para o desenvolvimento deste projeto foi a investigação-ação (O'Brien, 1998), que consiste num processo de investigação onde há um envolvimento constante entre os colaboradores da empresa e o investigador.

Um dos pontos mais importantes e imprescindíveis centrou-se na criação de um ambiente colaborativo entre todos, com vista à identificação e implementação de oportunidades de melhoria.

A metodologia investigação-ação pressupõe 5 fases (Figura 1) (O'Brien, 1998; Sousa & Baptista, 2011):

- 1) Diagnóstico: identificação ou definição do problema. No caso em estudo, o problema principal relaciona-se com o elevado tempo necessário no processo de mudança de moldes;
- 2) Planeamento das ações: considera um conjunto de ações corretivas e o seu respetivo planeamento. Neste caso, tenciona-se implementar algumas medidas de modo, a eliminar os desperdícios de tempo, que contribuem para o aumento do tempo improdutivo.
- 3) Implementação das ações: esta fase pressupõe a implementação das ações previstas na fase anterior.
- 4) Avaliação: avaliam-se as consequências das medidas implementadas com os indicadores de desempenho estabelecidos;
- 5) Aprendizagem: identificam-se as conclusões gerais que surgirão do processo. É nesta fase em que há uma reflexão sobre se as ações implementadas foram suficientes para resolver o problema. Se sim, nesse caso, o objetivo é divulgar o conhecimento de modo, a ser aplicado em outros contextos. Se os resultados não foram satisfatórios, todo o processo deve ser retomado (Saunders et al., 2007).

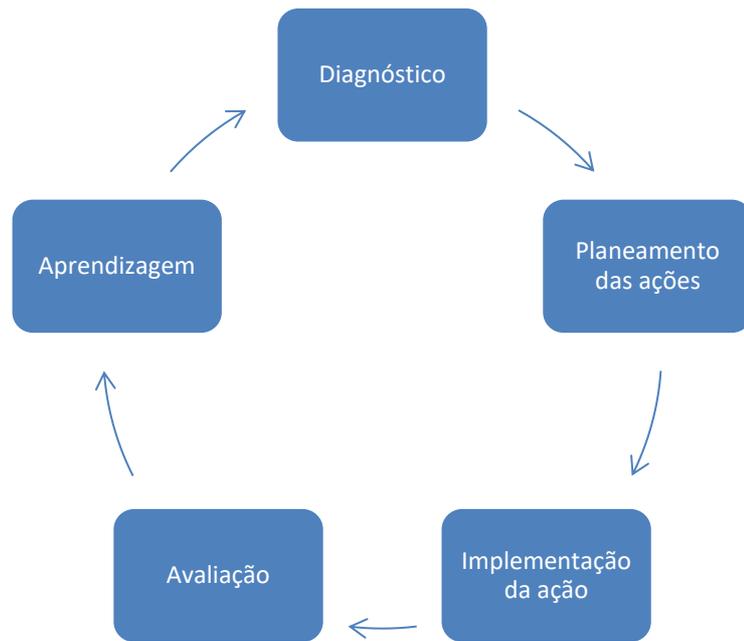


Figura 1 - As cinco fases da metodologia investigação-ação

1.4 Estrutura da dissertação

A presente dissertação está estruturada em sete capítulos. Após a presente introdução, o capítulo 2 inclui uma revisão bibliográfica sobre a filosofia *lean* e das suas ferramentas, destacando-se as ferramentas e metodologias utilizadas para a execução deste trabalho.

O capítulo 3, corresponde à apresentação e descrição da empresa do ponto de vista da sua organização, produtos e principais clientes, bem como no que diz respeito ao seu layout e processo produtivo.

Posteriormente, no capítulo 4, procede-se à descrição e análise da situação atual da COPEFI, tendo em vista a identificação dos problemas (desperdícios) existentes.

No capítulo 5 são desenvolvidas e apresentadas as propostas de melhoria para fazer face aos problemas identificados.

A etapa seguinte, capítulo 6, passa pela avaliação e discussão dos resultados obtidos através da implementação das propostas desenvolvidas.

Por último, o capítulo 7, corresponde às conclusões finais onde se inclui a discussão dos resultados obtidos e a verificação de trabalhos futuros.



2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo é realizada uma revisão de literatura dos conceitos associados à filosofia do *lean Manufacturing*, tema sobre o qual se foca o trabalho e que serve de base teórica para a elaboração da dissertação. Deste modo, será apresentada a origem do pensamento *lean*, bem como os seus princípios. Finalmente, serão descritas as principais ferramentas e metodologias que enriquecem este paradigma e que, se implementadas de uma forma eficaz, podem resultar em melhorias nos processos produtivos das organizações.

2.1 Lean Manufacturing e Toyota Production Systems (TPS)

A segunda Guerra Mundial foi um período difícil para a indústria automóvel Japonesa, que colocou mesmo em causa a sua sustentabilidade. Um dos principais problemas resultantes foi a escassez de recursos, pessoas, espaços, materiais, entre outros (Ohno, 1988). Para fazer face a este problema era necessário importar esses recursos, aumentando assim os custos de produção (Sugimori, Kusunoki, Cho, & Uchikawa, 1977). Outro grande obstáculo foi o baixo nível de procura sentido no Japão no período pós-guerra (Russell & Taylor, 2010). Em contrapartida a indústria Europeia e norte-americana apresentavam enormes recursos e capacidades que lhes permitiam dominar os mercados nessa época. (Pinto, 2008).

Deste modo, de forma a combater esta situação, Eiji Toyoda, na época, presidente executivo da Toyota Motor Corporation, articulou com um dos diretores, Taichii Ohno, de forma a aumentar a eficiência dos seus processos produtivos (Liker, 2004). Desta articulação surgiu o conceito de Toyota Production System (TPS), cujo objetivo principal se centrou na redução dos custos, através da eliminação total dos desperdícios. Na sua obra, Ohno (1988) descreve assim as suas linhas de trabalho da Toyota e qual a filosofia de trabalho qual a estratégia utilizada a fim de maximizar os lucros: “All we are doing is looking at the time line from the moment the customer gives us an order to the point when we collect the cash. And we are reducing that time line by removing the non-value-added wastes”.

A filosofia TPS foi representada na famosa casa TPS. Esta tornou-se um ícone cultural e serve de base para grande parte das organizações industriais em todo o mundo. Esta encontra-se representada na Figura 2.



Figura 2 - Casa TPS (retirado de Liker (2006))

Segundo Liker (2006) a casa TPS representa-se desta forma, uma vez que, uma casa é um sistema tão forte como a parte mais fraca do sistema. Assim, se a base ou um dos pilares for fraco, a casa não será estável, mesmo que as outras partes que a constituem sejam muito fortes. Todas as partes trabalham juntas para criar o todo. Ohno (1988) considera os conceitos *Just in Time* (JIT) e de *Autonomation* (Jidoka em japonês) os pilares que sustentam a casa. A base da casa é responsável pela estabilidade do sistema, para que posteriormente a filosofia *Just in Time* possa ser construída. Heijunka significa nivelamento. O objetivo é criar um fluxo de produção e uma carga de trabalho nivelados. Quando a carga de trabalho é nivelada, há oportunidades para normalizar os processos. No centro da casa encontram-se as pessoas que constituem a organização, bem como o conceito de redução de desperdícios, sempre com a filosofia de melhoria contínua intrínseco ao processo. Finalmente, o telhado da casa TPS é constituído pelos objetivos que se pretende atingir.

2.2 Princípios do Lean

A filosofia *lean* procura fazer mais com menos, isto é, procura produzir no momento certo, nas quantidades certas, dos produtos certos, servindo-se de menos equipamentos, menos tempo, menos espaço, menos recursos humanos e materiais (Kajdan, 2008). A fim de eliminar os desperdícios, e de forma a minimizar perdas de recursos e custos sem reduzir a qualidade, as técnicas utilizadas no pensamento *lean* assentam em cinco princípios fundamentais (Womack & Jones, 1996).



Assim, os princípios fundamentais da filosofia *lean* são: a identificação e criação de valor, a definição do fluxo de valor, a criação de um fluxo de produção contínuo, a implementação de um sistema pull e a procura contínua pela perfeição. Estes princípios são seguidamente descritos.

1. **Identificação e criação de valor:** primeiramente deve-se identificar e criar valor segundo a perspetiva do cliente. Segundo Womack & Jones (1996) o ponto crítico inicial na filosofia *lean* é o valor. Segundo estes, o valor pode, unicamente, ser definido pelo cliente final. Este apenas se torna significativo quando é expresso sob a forma de um produto específico que atende às necessidades do cliente a um preço e num momento específicos.
2. **Definição do fluxo de Valor:** definir o fluxo de valor exige a identificação de todas as atividades necessárias para obter um produto específico (Womack & Jones, 1996). Assim, após a sua análise é possível distinguir três tipos de atividades diferentes: atividades em que realmente se acrescenta valor ao produto, atividades sem valor acrescentado, mas indispensáveis ao processo produtivo e, finalmente, atividades no qual não se acrescenta qualquer valor ao produto, ou seja, desperdícios que se pretendem eliminar (Kamauff, 2009).
3. **Criação de um fluxo de produção contínuo:** nesta fase procede-se à criação de um fluxo que permita ao produto percorrer o sistema produtivo de forma contínua e fluida, sem interrupções, sem esperas e assim, sem desperdícios.
4. **Implementação de um sistema pull:** para Womack & Jones (1996), resume-se a um determinado processo não poder produzir sem que isso seja requerido pelo processo seguinte. Deve-se produzir apenas o necessário quando é necessário, ou seja, de acordo com a procura dos clientes. Esta é a base da filosofia de produção JIT.
5. **Procura contínua pela perfeição:** a procura da perfeição, através da eliminação de desperdícios pela criação de valor, deve ser um dos objetivos a permanecer nos ideais das empresas. Assim pretende-se remover continuamente os desperdícios, identificando as causas.

Segundo (Maia, Alves, & Leão, 2011), é através da redução e eliminação de desperdícios que a filosofia *lean* consegue a redução de custos nas organizações.



2.3 Desperdícios

Segundo Ohno (1988), considera-se desperdício qualquer atividade que, embora, não acrescente valor ao produto, consome recursos, provocando assim um aumento dos custos de produção e, conseqüentemente, aumenta o custo do produto final pago pelo cliente.

Assim, é imperativo conhecer a fundo todos os processos, a fim de definir adequadamente quais são os que acrescentam verdadeiramente valor ao produto, ou não. Foi Taiichi Ohno que identificou os sete desperdícios fundamentais nos sistemas de produção:

- **Sobreprodução:** ocorre, geralmente, quando se produz em quantidades superiores às necessárias ou antes de estas serem realmente necessárias. Muitos autores consideram este desperdício o mais crítico, uma vez que este provoca um outro igualmente importante, o excesso de inventário (Abdullah, 2003).
- **Esperas:** quando se verificam períodos de inatividade num determinado processo. Este pode ser, por exemplo, causado pela espera do operador pela máquina, ou espera por falta de matéria-prima. Assim sendo, enquanto as pessoas, os equipamentos e os produtos estão à espera, esses recursos inativos não adicionam valor ao cliente. (Melton, 2005);
- **Transporte:** este tipo de desperdício resulta de transportes resultantes do fluxo de materiais e informação de um determinado ponto do sistema para outro. Deste modo, Melton (2005) afirma que enquanto o produto está em movimento, este não é processado e, portanto, não adiciona valor ao cliente.
- **Sobre-Processamento:** resulta de operações em excesso relativamente ao mínimo necessário, como por exemplo, o reprocessamento, o retrabalho, entre outros.
- **Inventário:** Este desperdício refere-se ao excesso de existências de matéria-prima, *WIP (work in process)*, bem como de produto acabado, acarretando custos associados a transportes, armazenamento e até mesmo ao dano dos materiais (Liker, 2004). Pode também ser causado por fatores externos à organização, isto é, como no caso de incumprimento de prazos por parte de fornecedores.
- **Movimentações:** O movimento excessivo das pessoas que operam a fábrica é um desperdício. Enquanto estão em movimento, eles não podem suportar o processamento do produto (Melton, 2005). Segundo Sople (2011), este desperdício resulta da falta de padronização do trabalho, bem como do mau dimensionamento dos postos de trabalho e da falta de organização e



arrumação dos postos. As movimentações provocam perda tempo e acarretam custos, uma vez que, o tempo gasto não agrega valor ao produto ou serviço.

- **Defeitos:** Este desperdício resulta de produtos/peças que não estejam em conformidade com as especificações e/ou expectativas dos clientes, consideram-se assim, produtos defeituosos (Hicks, 2007). Assim, as produções defeituosas podem resultar em sucata ou retrabalho. Na primeira não existe retorno financeiro pelos bens produzidos. Nas produções em que é necessário retrabalhar as peças, é despendido tempo extra dos recursos, resultando num enorme desperdício (Liker, 2003).

Além destes sete desperdícios, Womack & Jones (1996) defendem a existência de um oitavo, a não utilização da criatividade e das ideias das pessoas.

2.4 Técnicas e ferramentas lean

Para Bamber (2000), o pensamento *lean* centra-se sobretudo nos objetivos, sendo inovador no desenvolvimento de técnicas que vão de encontro e que permitam atingir esses mesmos objetivos.

A filosofia *lean* apresenta um conjunto de ferramentas, técnicas e métodos que permitem reduzir os custos produtivos e simultaneamente aumentar a flexibilidade de produção das empresas (Mota, 2007). Deste modo, do ponto de vista técnico, o segredo para atingir a excelência na produção está na escolha das ferramentas apropriadas, em função da situação e do objetivo, a partir do vasto leque de técnicas disponíveis Bamber (2000).

Assim, nesta subsecção, serão abordadas de forma sucinta algumas técnicas e ferramentas *lean*, nomeadamente, *Kaizen*, *Total Productive Maintenance* (TPM), *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), 5 S, Trabalho normalizado, *Single Minute Exchange of Die* (SMED), Gestão Visual, e Poka-Yoke.

2.4.1 Kaizen

Pode-se afirmar que a palavra Kaizen surgiu pela primeira vez na publicação do livro “kaizen: The Key to Japan’s Competitive Success”, de Massaki Imai, no ano de 1986. A palavra Kaizen descreve-se como melhoria contínua. Segundo Imai (2012), esta melhoria envolve toda gente, desde os operadores até à gestão. O autor destaca que estes devem procurar sempre a melhoria contínua, e que esta ferramenta contribuiu muito para o sucesso competitivo do Japão.



O objetivo principal desta filosofia centra-se, essencialmente, na eliminação dos desperdícios, isto é, todas as atividades que não acrescentem valor ao produto (Imai, 1986). Neste seguimento, Ortiz (2006) defende que a ferramenta Kaizen deve estar incluída nas atividades realizadas no dia-a-dia, com o objetivo de eliminar desperdícios e ter um ambiente de trabalho limpo e organizado.

Desta forma, sempre que se determina a causa para um determinado desperdício, torna-se necessário trabalhar no sentido de encontrar uma possível solução, de forma a diminuir o seu impacto ou, até mesmo, eliminá-lo. Uma das formas possíveis é o recurso aos eventos Kaizen. Estes descrevem-se e distinguem-se pela junção de um grupo de pessoas, dos vários departamentos de uma determinada organização, incluindo uma equipa de melhoria contínua, de forma a debater um problema identificado e encontrar soluções para esse mesmo problema em específico (Chen, Li, & Shady, 2010).

2.4.2 TPM

O conceito de Manutenção Produtiva Total, TPM, do inglês, Total Productive Maintenance, foi desenvolvido nos Estados Unidos no período pós – Segunda guerra Mundial, sendo posteriormente introduzido na indústria Japonesa, apenas em 1970. Nessa época, a indústria nipónica pretendia aumentar a eficiência dos seus equipamentos. Esse problema resultava essencialmente do conceito pelo qual se regiam, o conceito de manutenção corretiva, ou seja, um determinado equipamento era corrigido sempre que ocorria uma falha ou avaria. Assim, este é contraditório ao pensamento de melhoria contínua, trazendo custos de reparação e problemas recorrentes de qualidade (Nakajima, 1988; Sekine & Arai, 1998).

O TPM é uma filosofia de melhoria contínua que tem como objetivo retirar o máximo rendimento dos equipamentos. A partir do estímulo e do incentivo à participação de todas as partes de uma organização, ou seja, desde a gestão de topo até aos operários, é possível desenvolver um ambiente em que a fiabilidade dos equipamentos, a economia de custos, a qualidade dos produtos e a criatividade são estimulados (Sekine & Arai (1998) e Lycke (2000)).

Nakajima (1988), considera que a palavra “total” da ferramenta TPM apresenta três significados distintos:

- Total eficácia: relaciona-se essencialmente com a melhoria da qualidade e da produtividade, com a redução de custos e aumento da segurança resultante da manutenção dos equipamentos.



- Manutenção Total: significa projetar e desenvolver equipamentos de forma a reduzir o número de manutenções necessárias. Assim a disponibilidade do equipamento é maximizada. Pretende-se melhorar a fiabilidade e a manutibilidade dos equipamentos através da prevenção.
- Participação Total: pretende-se o envolvimento de todos os colaboradores da organização na construção de estratégias de melhoria e na realização de operações de manutenção de forma autónoma.

Em suma, pretende-se a diminuição e, se possível a eliminação da manutenção corretiva, incentivando o próprio utilizador do equipamento a proceder à sua manutenção para que o sistema produtivo funcione de forma eficiente e com o menor número possível de paragens.

De forma a aplicar o TPM de forma eficaz é necessário que exista previamente uma base da metodologia 5S e simultaneamente serem seguidos os 8 pilares da casa do TPM (Figura 3).

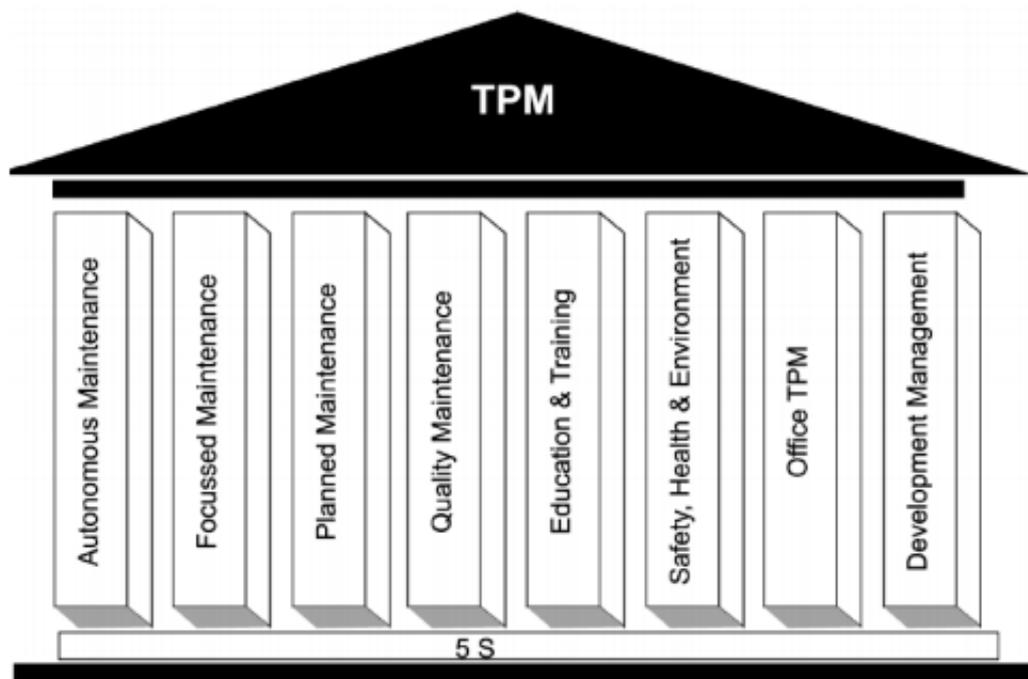


Figura 3 - Pilares TPM, (retirado de Ahuja et al., (2008))

Seguidamente será descrito o Overall Equipment Effectiveness (OEE), um conceito associado à metodologia TPM.



2.4.3 OEE

O OEE, do inglês, Overall Equipment Effectiveness é uma ferramenta que permite determinar o desempenho global de um determinado sistema ou processo. Conjuntamente com a sua posterior análise permite aferir as perdas de eficiência e verificar o efeito originado pela eventual realização de atividades de melhoria. “Se não consegue medir não consegue controlar” (Wauters & Mathot, 2002).

Este índice destaca-se por ser uma medida de desempenho muito completa a nível dos aspetos de produção, uma vez que contabiliza as perdas de eficiência resultantes de processos de retrabalho e de produtos não conformes, não se limitando a incidir apenas na disponibilidade e performance dos equipamentos.

Assim, o OEE é expresso por uma percentagem e toma por referência uma situação ideal em que o equipamento não produz peças defeituosas, está sempre disponível e trabalha ao ritmo previamente definido. Para Williamson (2006) o OEE é definido como uma medida de desempenho de um determinado equipamento, ou seja, analisa e averigua se este faz o que seria suposto fazer.

Este indicador é constituído por três fatores: Disponibilidade, Velocidade e a Qualidade. O seu cálculo resulta do produto destes fatores, conforme se ilustra na Figura 4.

$$OEE = \frac{\text{Tempo de Funcionamento}}{\text{Tempo de Abertura}} * \frac{\text{Tempo de Ciclo Ideal} * \text{Peças produzidas}}{\text{Tempo de Funcionamento}} * \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças produzidas}}$$

The diagram illustrates the calculation of OEE. It shows the equation: $OEE = \frac{\text{Tempo de Funcionamento}}{\text{Tempo de Abertura}} * \frac{\text{Tempo de Ciclo Ideal} * \text{Peças produzidas}}{\text{Tempo de Funcionamento}} * \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças produzidas}}$. Below the equation, three large downward-pointing arrows indicate the mapping of terms to factors: 'Tempo de Funcionamento' maps to 'Disponibilidade' (green box), 'Tempo de Ciclo Ideal * Peças produzidas' maps to 'Velocidade' (blue box), and 'Peças boas / Peças produzidas' maps to 'Qualidade' (orange box).

Figura 4 - Metodologia do cálculo do OEE

Segundo Nakajima (1989), existem sete grandes perdas a considerar no cálculo do OEE, ou seja, perdas de resultantes de:

- Falhas e avarias dos equipamentos;
- Perdas de tempo para trocas de ferramentas (*setup*) e ajustes;
- Esperas por pequenas paragens;
- Defeitos no processo;



- Redução da velocidade/cadência;
- Redução da eficiência no arranque e na troca de ferramentas e ajustes;
- Inatividade do equipamento quando este está a ser sujeito a processos de Manutenção ou inspeções programadas.

A Figura 5 elucida graficamente como as várias perdas influenciam o cálculo do indicador. De realçar, que o tempo disponível para produção depende, naturalmente, das perdas que se verificarem.

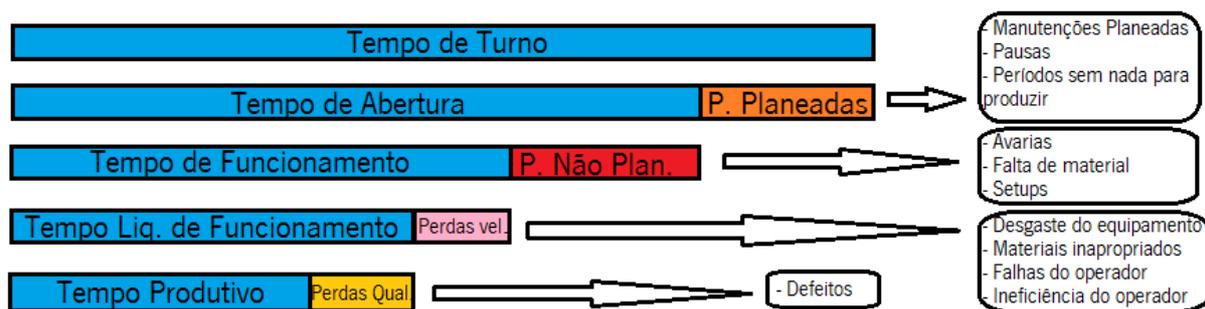


Figura 5 - Perdas contabilizadas pelo OEE

Essencialmente, o fator **Disponibilidade** compara o tempo possível que a máquina poderia trabalhar com o tempo em que a máquina realmente produz. Deste modo, neste contabilizam-se os tempos em que o equipamento está parado: tempo de paragem resultantes de avarias e o tempo necessário para efetuar o *setup* da máquina.

O tempo de funcionamento corresponde ao tempo total do turno menos o tempo de paragens planeadas, enquanto o tempo de abertura obtém-se a partir da subtração das paragens planeadas e das paragens não planeadas ao tempo de turno.

O fator **Velocidade** pretende comparar o que a máquina realmente produz com o que a máquina deveria produzir no cenário ideal. Neste relacionam-se o Tempo de Ciclo Ideal, correspondendo à produção à velocidade máxima do equipamento, as Peças Produzidas e o Tempo de Funcionamento.

Por último, o fator **Qualidade**, compara o número de peças boas, ou seja, que estão de acordo com as especificações do produto, com o total de peças produzidas.

Em suma, naturalmente, os valores que resultam deste indicador variam entre 0 e 1. Geralmente considera-se um OEE de 0.85 (85%), como um valor de referência, de classe mundial, para as empresas vencedoras do prémio TPM. É importante referir que normalmente não é comum obter valores de OEE superiores a 0.4 (40%) sem recurso a TPM e/ou programas *lean* (Lopes,2012).



2.4.4 5S

O programa 5S surgiu em finais da década de 60, no Japão. Para Pinto (2008), este programa é uma metodologia que permite diminuir os desperdícios e maximizar o desempenho das pessoas e dos processos através da manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho. Para isto é imperativo mantê-los limpos, arrumados e organizados. Estas ações contribuem para uma melhoria substancial da qualidade e da produtividade (Abdulmalek & Rajgopal, 2007). Contudo, a resistência à mudança constitui um dos principais desafios na aplicação da filosofia 5S, pois esta ferramenta também procura alterar a maneira como as pessoas pensam e agem (Monden, 1988).

Segundo Hirano (1995) o objetivo fundamental dos 5S, resume-se essencialmente, como sendo um meio de simplificação do ambiente de trabalho através da redução/eliminação de desperdícios. O autor defende também que a metodologia 5S é um pilar da filosofia *Just in Time*. Uma limpeza e organização deficientes dos postos de trabalho provocam entre 25 a 30% de defeitos (Feld, 2001).

Segundo Kobayashi et al., (2008), os principais responsáveis pela compreensão, aplicação e desenvolvimento da filosofia 5S, são Osada (1991) e Hirano (1995).

A filosofia 5S sustenta-se por cinco pilares, que correspondem às cinco palavras Japonesas: Seiri (Separar); Seiton (Organizar); Seiso (Limpar); Seiketsu (Normalizar) e Shitsuke (Autodisciplinar).

A Aplicação dos três primeiros pilares (Seiri, Seiton e Seiso), permite à organização atingir o nível pretendido pela filosofia. Os restantes dois (Seiketsu e Shitsuke) constituem uma fase de manutenção e preservação do nível que se atingiu com a aplicação dos primeiros 3 (Courtois et al., 2010)

De forma a compreender melhor a filosofia serão seguidamente explicados os 5 sentidos com maior detalhe:

Seiri: Seleção, separação.

Refere-se à prática de identificar, diferenciar e separar todas as ferramentas, materiais, na área de trabalho a fim de manter apenas os itens essenciais para o trabalho que está a ser realizado. Nesta fase é feita uma triagem dos objetos, considerando a frequência de utilização e o nível importância. O objetivo principal é reduzir o espaço ocupado, proporcionando simultaneamente um local de trabalho agradável para o operador.

Em suma, este sentido conduz a uma diminuição dos obstáculos e ao aumento da produtividade.

Seiton: Ordenação, sistematização e organização.

Foca-se, essencialmente, na necessidade de um espaço organizado. As ferramentas devem ser dispostas de uma forma organizada de forma a garantir um fluxo de trabalho contínuo. O local próprio para cada



ferramenta deve ser devidamente identificado, tentando aproximar o operador o mais possível das ferramentas a utilizar com mais frequência. Assim pretende-se reduzir/eliminar os movimentos desnecessários.

Seiso: Limpeza e inspeção.

Evidencia a necessidade de manter o espaço de trabalho bem organizado e o mais limpo possível. Deve ser prática, no final de cada dia ou no final de turno, a limpeza dos locais de trabalho e tudo deve ser recolocado nos seus lugares. Todas as máquinas/ferramentas que apresentarem sujidade devem ser observadas como um ponto que requer atenção e intervenção. O propósito deste procedimento é tornar a manutenção da limpeza uma rotina do trabalho diário.

Seiketsu: Normalização.

Refere-se ao estabelecimento de regras e procedimentos de trabalho normalizados. Foca-se, sobretudo, em sistematizar os passos anteriores, procurando definir práticas que sejam iguais para todos os operadores e em todos os locais, promovendo assim a saúde física, mental e ambiental.

Shitsuke: Autodisciplina.

Procura a manutenção dos padrões. Após a implementação e o estabelecimento dos 4 sentidos anteriores, é imperativo o não retrocesso aos maus hábitos e à desorganização de práticas antigas. Deste modo, devem-se criar hábitos para o cumprimento de normas estabelecidas aliando sempre um pensamento e uma cultura de melhorar continuamente os 4S anteriores. Para o efeito, deve-se procurar envolver toda a organização.

Assim, considera-se que a filosofia 5S, além de melhorar o aspeto geral dos postos de trabalho, foca-se na tentativa de promover mudanças ao nível cultural, sempre com o objetivo de eliminar os desperdícios (Monden, 1998; The Productivity Press Development Team, 1998). Deste modo, os 5S servem de base, apoiando vários outros conceitos associados ao pensamento *lean*, tais como, TPM, JIT e SMED.

2.4.5 Trabalho normalizado

O trabalho normalizado, do inglês *Standard Work* define-se como um dos principais componentes da filosofia *lean manufacturing*, servindo de base para o conceito de melhoria contínua. Sempre que um *standard* é melhorado serve de referência para eventuais melhorias futuras. A fim de determinar quais os procedimentos Standard para as ações/operações deve considerar-se, a procura da eficiência produtiva, através da melhor combinação possível dos seguintes fatores: atividade humana, atividade dos equipamentos e o produto a produzir (Ohno & Mito, 1988).



Acharya (2011) diz que o principal objetivo é a padronização do trabalho, isto é, a eliminação das inúmeras formas que os colaboradores praticam na execução das tarefas associadas ao seu posto de trabalho. Assim, deseja-se que as operações que um determinado colaborador tenha de efetuar se realizem numa determinada sequência, previamente definida, a fim de refinar a sua realização, e de forma simultânea, evitar que ocorram perturbações na produção. Deste modo, o Standard Work pode ser visto como um método que estabelece a forma como as operações nos postos de trabalho devem ser executadas, sabendo os operadores como devem executar as tarefas que lhes são atribuídas (Feng & Ballard, 2008). É assim, um sistema detalhado, visual e documentado que relaciona, desenvolve e segue uma séria de etapas pré-definidas para os processos (Krichbaum, 2008).

Para Pinto (2008), a uniformização de processos, materiais e equipamentos, contribuirá para que uma organização reduza os desvios (variação ou oscilação dos processos) a auxilia na garantia de consistência das operações, produtos e serviços. O autor defende que a consistência é, atualmente, uma das características de qualidade mais apreciadas.

Pode-se então dizer que, o trabalho normalizado é uma ferramenta eficaz que permite melhorar a qualidade e consistência, reduzir o desperdício e fornecer o máximo de valor aos clientes.

Existem três elementos fundamentais para a implementação do trabalho normalizado:

- **O Tempo de Ciclo Normalizado:** indica o tempo de produção de um determinado produto, sendo a sua procura definida pelo mercado. Para Monden (1983) é medido como o tempo entre o final da produção de uma peça e a finalização da produção da peça seguinte. O cumprimento do tempo de ciclo previamente definido/estipulado é determinante para o sucesso de uma organização, uma vez que variações de velocidade, quer seja a produzir de uma forma mais rápida ou de uma forma mais lenta, poderão originar, respetivamente, excesso de inventário ou não cumprimento dos prazos estipulados para entrega do produto.
- **Sequência de Trabalho Normalizada:** indica a sequência/ordem pela qual um determinado trabalho/tarefa deve ser realizado. O seu cumprimento por parte dos colaboradores permitirá diminuir as variações do Tempo de Ciclo.
- **WIP normalizado:** quantidade mínima de inventário necessária para a realização das operações de forma a garantir que o operador executa o trabalho sem interromper o fluxo produtivo.



Esta prática pode trazer inúmeros benefícios par as empresas, tais como (www.kainexus.com, s.d.):

- Redução do risco de lesões, problemas ergonômicos ou outros problemas de segurança;
- Qualidade, consistência e eliminação de erros;
- Redução de resíduos e aumento da produtividade;
- Redução da dependência das habilidades individuais;
- Possibilidade de visualização em tempo real das quebras na produção; simplificando assim a tomada de decisões;
- Custos previsíveis e entrega no prazo.

Em suma, o Standard Work consiste num método que procura alcançar a melhor forma de trabalhar, sempre com o conceito de melhoria contínua e de adaptação às organizações bem presente (Emiliani, 2008).

2.4.6 SMED

A ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) foi desenvolvida por Shingo no período pós-Segunda Guerra Mundial. O seu desenvolvimento durou 19 anos através da análise atenta de aspetos teóricos e práticos relacionados com a redução dos tempos de *setup*, estando descrita no livro “A Revolution in Manufacturing – the SMED System” (Shingo, 1985). Esse longo processo permitiu aperfeiçoar e construir o processo de redução de tempo de *setup*, como um processo estruturado de etapas usadas que permitem oferecer uma capacidade incrível para as organizações (Feld, 2001). Assim torna-se possível e importante a troca rápida de ferramentas, a fim e reduzir o tempo de inatividade das máquinas. Shingo (1985) define o tempo de *setup* como o tempo indispensável para efetuar um determinado conjunto de operações, que fazem parte do processo de preparação das máquinas, incluído no processo de troca da referência a produzir (tipo de produto a produzir). Para Cakmakci (2009) é o intervalo de tempo entre o último artigo produzido de uma determinada referência e a produção do primeiro artigo conforme da nova referência.

A implementação de métodos que reduzam o tempo de *setup* é um ponto vital para qualquer organização que pretenda implementar uma filosofia *lean*. A dependência na flexibilidade, em especial na produção, é fundamental para atingir fluidez no processo (Feld, 2001).



Assim, pretende-se que o processo de troca de referência dure menos de 10 minutos (*single minute*), reduzindo-se o tempo de inatividade das máquinas na fase de *setup* (Holweg, 2007). Esse objetivo nem sempre é possível, mas Shingo (1985) defende a aplicação desta ferramenta permite obter resultados surpreendentes.

O sucesso da implementação desta ferramenta dependerá muito do rigor e da preparação na sua pré-aplicação, ou seja, na capacidade de identificar corretamente todas as operações que constituem o processo, bem como na capacidade de as dividir adequadamente nos dois tipos de operações que Shingo identificou: *setup* interno e *setup* externo.

O *setup* interno define-se essencialmente por todas as atividades que apenas podem ser efetuadas com a máquina parada, tais como, a remoção ou montagem de matrizes. Por outro lado, o *setup* externo é constituído por todas as atividades ou operações que podem ser efetuadas com a máquina em funcionamento, como por exemplo, o transporte de matrizes antigas para o armazém, continuando assim a máquina ainda a produzir.

Para Shingo (1985), o processo de implementação do método SMED, assenta em 4 fases conceptuais, ou seja:

- Fase preliminar: as operações de *setup* interno e de *setup* externo ainda não estão distinguidas;
- Fase 1: distinção das operações em *setup* interno e *setup* externo;
- Fase 2: Conversão do *setup* interno em externo;
- Fase 3: Racionalização e normalização do *setup* interno e externo.

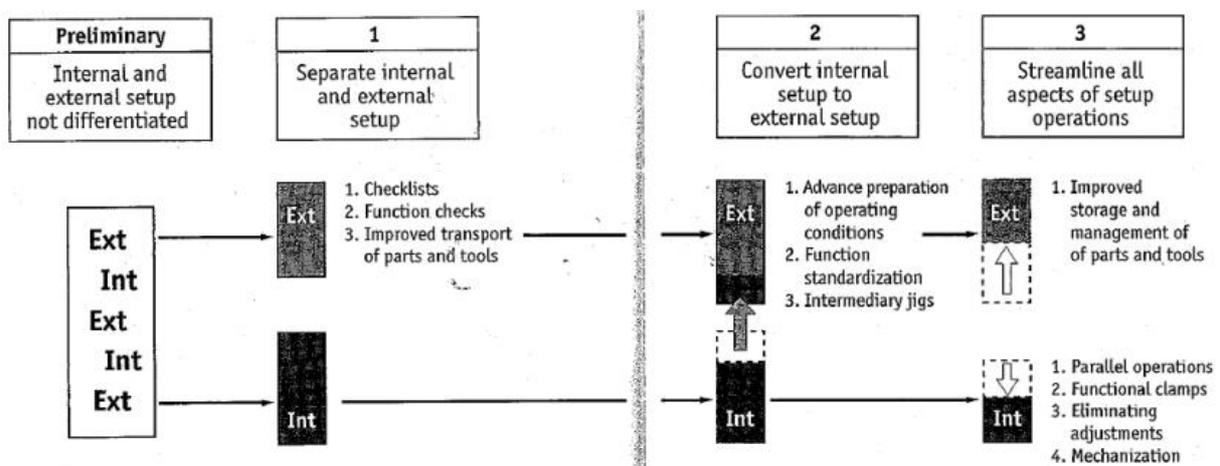


Figura 6 - Fases da Metodologia SMED - (retirado de Productivity Press (1996))



Na **fase preliminar**, as operações de *setup* interno e externo não estão distinguidas. Deste modo, atividades que poderiam ser efetuadas com a máquina em produção são apenas efetuadas com a máquina parada, o que conduz a uma tremenda diminuição da eficiência. Nesta fase deve ser realizado um estudo minucioso relativo às condições do chão de fábrica atual, a fim de identificar/classificar quais são verdadeiramente as operações de *setup*. Shingo (1985) fala sobre algumas abordagens que devem ser realizadas nesta fase:

- Para o autor a melhor abordagem é, provavelmente, uma análise contínua do processo produtivo, recorrendo à cronometragem de tempo. Este método é, no entanto, algo moroso e requer alguma habilidade do utilizador;
- Estudo da amostragem de um determinado trabalho. O problema com esta opção é, que as amostras de trabalho são precisas somente onde há operações que se repetem. Esse estudo pode não ser adequado quando poucas ações são repetidas.
- Entrevistas com os colaboradores;
- Filmagem das operações/processo de *setup*. Deve-se posteriormente reunir com os colaboradores e a gravação deve-lhes ser mostrada. Para o autor, dar aos trabalhadores a oportunidade de transmitir os seus pontos de vista muitas vezes leva a ideias surpreendentemente astutas e úteis.

Na **fase 1** ocorre aquele que é para Shingo (1985) o passo mais importante na implementação da ferramenta SMED, ou seja, a distinção entre atividades de *setup* interno e externo. Algumas estratégias que devem ser utilizadas nesta fase são:

- Utilização de listas de verificação;
- Verificação das condições de funcionamento;
- Melhorar os transportes de ferramentas/componentes;

Deste modo, devem ser elaborados métodos de trabalho a fim de permitir que as ferramentas e/ou materiais a utilizar no processo estejam devidamente preparados antes de parar a máquina.

Nesta fase será possível reduzir o tempo de *setup* interno em 30 a 50% (Shingo, 1985).

Posteriormente, na **fase 2**, após a separação do tipo de operação, far-se-á a conversão das atividades internas em atividades externas, pois só assim é possível atingir os objetivos da implementação SMED.

Para tal, Shingo (1985), realça duas importantes noções a ter em conta neste processo:



- Re-analisar as operações a fim de verificar se alguma destas foi erradamente definida como operação de *setup* interno;
- Trabalhar formas que permitam converter as operações de *setup* interno em operações de *setup* externo.

O objetivo desta etapa centra-se em reduzir o tempo que a máquina se encontra parada. Deve também proceder-se à normalização das operações.

Esta fase proporciona a redução do tempo de *setup* interno em 10 a 30%, relativamente à fase 1 (Shingo, 1985).

Por fim, na **fase 3**, incute o conceito da procura da melhoria contínua, com o objetivo de aperfeiçoar as operações e os passos realizados anteriormente para tornar o tempo de *setup* cada vez menor. Assim, esta etapa exige a análise detalhada de cada operação, podendo assim ser definidas formas de estas serem realizadas de forma mais rápida.

A fase 3 da aplicação do método pode ser de execução complexa e trabalhosa, mas tem grande importância pois esta é praticamente imprescindível para se atingirem valores de tempo de preparação com um único dígito.

Nas suas obras, Shingo apresenta alguns dos resultados que obteve com a aplicação da ferramenta SMED. O autor fala, entre outros, do sucesso da implementação da metodologia na *Toyota Motor Company* e na *Mitsubishi Heavy Industries*. Na primeira, o tempo necessário para efetuar o *setup* passou de aproximadamente 8 horas para apenas 58 segundos, ao passo que na segunda, o tempo despendido na tarefa era de 24 horas e após implementação da ferramenta passou a ser de 2 minutos e 40 segundos, o que se traduz em ganhos brutais ao nível da redução de tempo.

Apesar de ser possível obter resultados impressionantes, para Shingo (1987), o processo não é extremamente difícil de implementar defendendo que 75% da batalha centra-se na atitude positiva que todos os constituintes da organização devem ter. O autor, em "*The Sayings of Shigeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement*", diz: "It's the easiest thing in the world to argue logically that something is impossible. Much more difficult is to ask how something might be accomplished, to transcend its difficulties, and to imagine how it might be made possible".



2.4.7 Gestão visual

Esta ferramenta define-se como uma ferramenta simples e de fácil aplicação que permite a exposição de dados e informações, de forma a apoiar os colaboradores de uma determinada organização na realização das duas operações (Pinto, 2008).

Os postos de trabalho devem ser preparados com dispositivos e técnicas visuais de forma a sinalizar, informar ou delimitar. A aplicação do trabalho normalizado, a identificação de espaços, delimitando áreas, ou a construção de quadros informativos com medidas de desempenho/indicadores dos sistemas produtivos das organizações, são estratégias/formas de aplicação da gestão visual no chão de fábrica (Shingo, 1989).

Feld (2001), olha para a gestão visual como conceito de sinalização, uma vez que permite que a informação seja exposta de forma visual, permitindo que qualquer elemento da organização esteja a par do estado da produção em tempo real. Assim, problemas que outrora poderiam estar escondidos poderão ser agora visualizados e combatidos (The Productivity Press Development Team, 1998).

Hall (1987) refere que esta ferramenta participa de forma direta para a melhoria na comunicação entre os colaboradores, numa maior autonomia dos mesmos, permitindo-lhes alcançar, de forma independente, a identificação das necessidades e responder rapidamente a possíveis problemas e/ou anomalias que possam ocorrer.

Assim, a utilização de quadros de controlo e comunicação visual (Figura 7), fornecerá meios que permitem exibir o estado atual e desempenho da organização, bem como uma forma de comunicar os problemas. A sua aplicação permitirá a visualização e identificação de problemas do chão de fábrica que de outra forma, muito provavelmente, permaneciam escondidos ou listados, mas por resolver. A importância do controlo visual relaciona-se na forma como permite que, as atividades de melhoria, os problemas ou os indicadores de desempenho de uma organização estejam permanentemente visíveis (Feld, 2001).

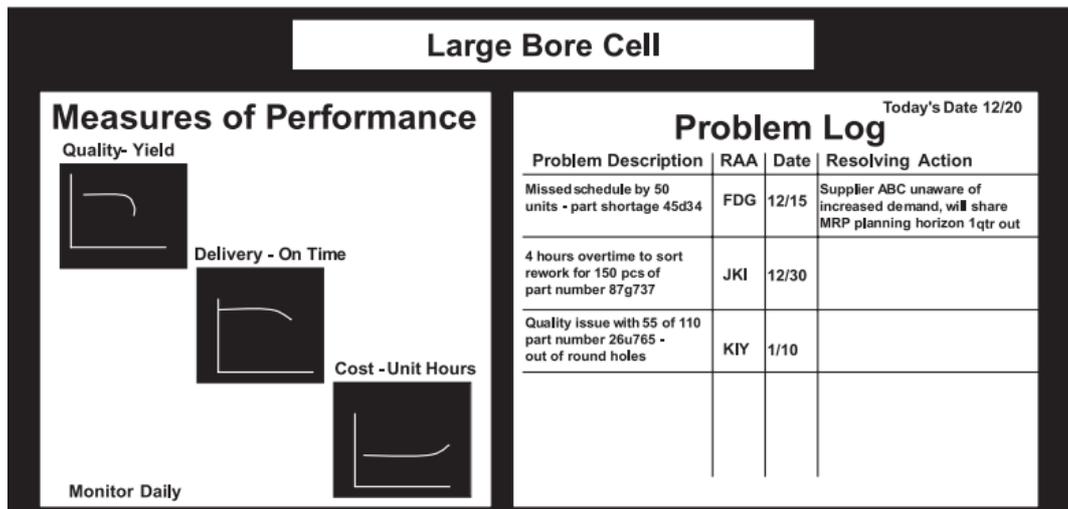


Figura 7 - Exemplo de Quadro de controlo e comunicação visual (retirado de Feld (2001))

Para Parry & Turner (2006), esta ferramenta deve ser aplicada por ser útil e acrescentar valor ao processo. De realçar, que um dos componentes fundamentais da gestão visual é a ferramenta anteriormente descrita, 5S.

2.4.8 Mecanismos Poka-Yoke

Os mecanismos Poka-Yoke visam essencialmente a prevenção da ocorrência de erros, principalmente em atividades repetitivas. Foi Shingo (1989) quem criou e desenvolveu esta ferramenta. Este defende que esta metodologia permite que se eliminem defeitos com origem em falhas ou erros humanos recorrendo à deteção de erros, geralmente com um custo/investimento insignificante para a organização. Assim, mais importante do que conseguir detetar produtos com defeito, é conseguir evitar que sejam produzidos produtos com defeito. Para Fisher (1999) um sistema Poka-Yoke é todo e qualquer mecanismo que permite uma fácil deteção de erros, ou que impeça que estes ocorram.

Para Shimbun (1988), métodos Poka-Yoke são técnicas para evitar erros (evitar “Yokeru”, erros “Poka”), recorrendo a dispositivos que podem ser puramente mecânicos ou incluir outro tipo de elementos (e.g. elétricos, eletrónicos e pneumáticos).

Shingo (1989) defende que os mecanismos Poka-Yoke se dividem em dois tipos:

- Poka-Yoke de advertência: quando ocorre um erro ou algo não corre conforme o planeado, advertem/alertam os operadores sem interromper o funcionamento do sistema produtivo.



- Poka-Yoke de controlo: quando ocorre um erro, o mecanismo Poka-Yoke alerta os operadores e interrompe o funcionamento do sistema produtivo, evitando que o defeito passe até ao produto final ou mesmo ao cliente.

Segundo Shingo (1989) existem três formas/métodos possíveis, que permitem a deteção de erros:

- Contacto com uma característica física do produto - "*Contact Method*"

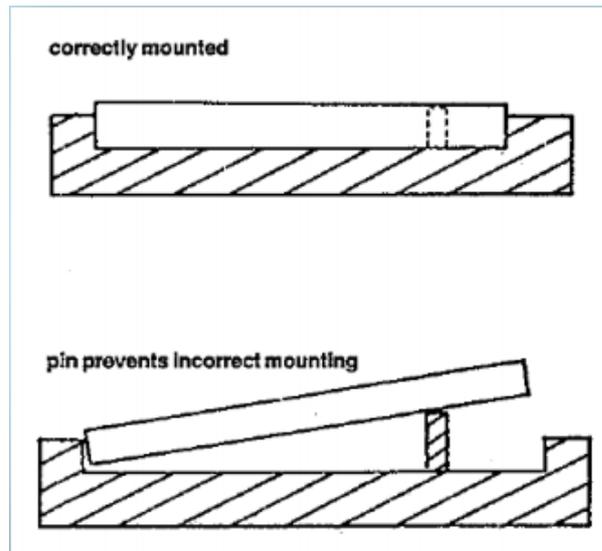


Figura 8 - *Contact Method* (retirado de Shimbun (1988))

- Contagem do número de operações efetuadas - "*Fixed-value Method*"

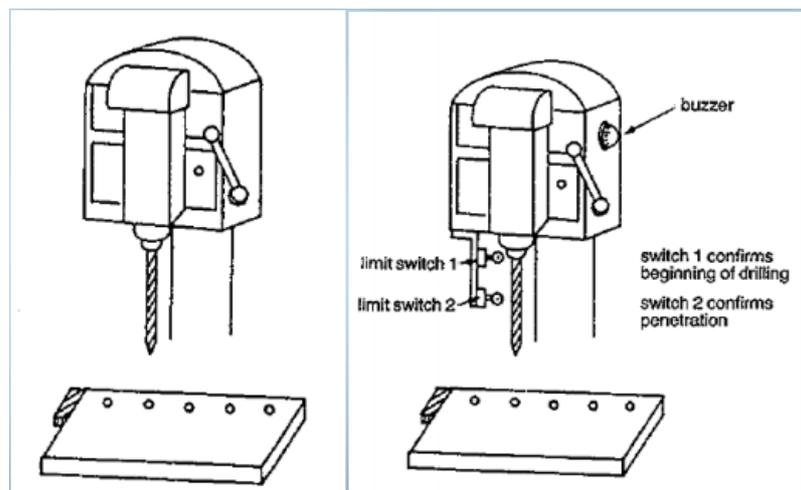


Figura 9 - *Fixed-value Method* (retirado de Shimbun (1988))

- Verificação da sequência de operações - "*Motion-step Method*"

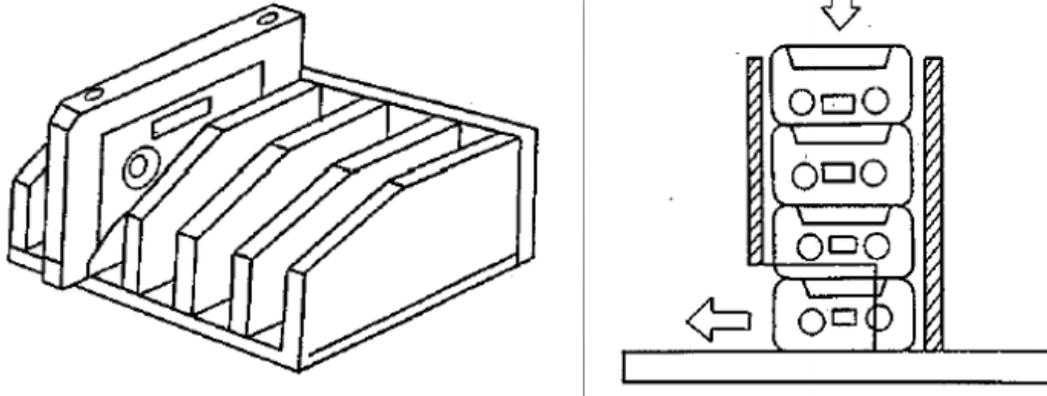


Figura 10 - Motion-step Method (retirado de Shimbun (1988))

Segundo Feld (2001) os mecanismos Poka-Yoke impedem ou impossibilitam a realização incorreta da tarefa por parte do operador, e, salvaguardando isto, permitem que este execute a tarefa de forma eficiente com um grau de dificuldade menor. Shimbun (1988) defende que foram os milhares de dispositivos Poka-Yoke implementados (muito deles pelos próprios operários) que deram origem no Japão ao designado “Milagre da Qualidade”.



3. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Neste capítulo apresentar-se-á a empresa onde se desenvolveu o projeto, a Copefi Components for Automotive, S.A. Assim, identifica-se e localização, o seu historial, a sua missão, visão e princípios, bem como a sua estrutura organizacional ao nível dos recursos humanos. Posteriormente apresentam-se os produtos comercializados, bem como os seus principais mercados e clientes.

Por último, será descrito, de uma forma sucinta, o funcionamento do sistema de produção através de uma breve apresentação dos principais setores produtivos.

3.1 Identificação e localização

A Copefi Components for Automotive, S.A, foi fundada em 2001, em Braga. Esta é uma empresa fornecedora de componentes e módulos em plástico para a indústria automóvel.

Atualmente emprega mais de 200 trabalhadores que se dividem por três unidades produtivas, Portugal, Roménia, fundada em 2004 e México em 2016 (Figura 11). Em 2014 iniciou a sua representação na Alemanha através da abertura de escritórios, que visam, essencialmente aproximar a COPEFI do Cliente.



Figura 11 - Unidades produtivas de Portugal, Roménia e México



Estas localizações foram estrategicamente definidas, de forma a cobrir praticamente todo o mercado mundial da injeção de componentes plásticos, uma vez que a COPEFI exporta os seus produtos para mais de 20 países. Esta dispersão global permite fornecer uma logística mais rápida e eficiente, de maneira a garantir o cumprimento de prazos bem como a qualidade que se reconhece à marca.

Atualmente o grupo COPEFI divide-se em duas unidades especializadas: Copefi Automotive Components e Copefi Engineering & Services. O negócio atual centra-se essencialmente na cooperação entre estes dois grupos.

Desde a sua fundação até ao momento atual verificou-se um grande crescimento que tornou o grupo COPEFI numa marca estável, consistente e respeitada na exigente indústria automóvel.

Missão

A COPEFI tem como missão ser uma empresa fornecedora de componentes e módulos em plástico para a indústria automóvel, em respeito com o meio ambiente.

Visão

- Ser um Grupo com uma intervenção internacional;
- Desenvolver tecnologia e know-how em soluções e módulos para a indústria Automóvel;
- Ser um parceiro credível e ser excelente no serviço prestado ao cliente;
- Ser um local de trabalho que permita o bem-estar dos seus colaboradores e que seja um fator de desenvolvimento da comunidade onde se insere;
- Ser rentável para poder desenvolver e implementar os objetivos que a COPEFI se propõe;
- Ser uma empresa de baixo impacto no meio ambiente;
- Cumprir os requisitos do Cliente, legais e outros aplicáveis.

Valores e Princípios

Clientes – responder com integridade, lealdade e sentido de responsabilidade aos clientes, cumprindo os acordos legais e estabelecidos.

Qualidade - ser ambiciosa na perseguição do objetivo da Qualidade Total.

Ambiente – prevenir a poluição e controlar todos os aspetos ambientais significativos (resíduos, consumos de recursos e matérias-primas) por forma a garantir a eficiência/eficácia da organização.



Melhoria Contínua – perseverança, sentido crítico, capacidade de análise e de decisão, no desenvolvimento da melhoria contínua.

Colaboradores – valorização dos seus colaboradores, defendendo que deles depende o sucesso de todos.

Desenvolver uma cultura de trabalho onde se valorize:

- Trabalho em equipa e participação de todos;
- Capacidade de desenvolver competências e do grau de autonomia;
- Formação contínua;
- Partilha do conhecimento, comunicação e informação;
- Dinâmica, dedicação, motivação e camaradagem;
- Entendimento da cultura social da empresa e respeito pelas normas internas;
- Responsabilidade social, ecológica e pela higiene, saúde e segurança de todos os outros;
- Valorização e reconhecimento pelo trabalho desenvolvido.

Liderança – Estabelecimento e cumprimento da estratégia da empresa pela Gerência da empresa, estabelecimento e cumprimento dos objetivos dos departamentos pelos respetivos Chefias. Envolvimento e participação de todos nos objetivos da empresa.

Fornecedores – serem parceiros da COPEFI, tanto no cumprimento dos acordos, como no desenvolvimento do serviço e do produto.

Produto – ser capaz de melhorar o produto, seja pelo processo, seja pela solução, para aumento do grau de satisfação dos clientes.

Comunidade – ser um grupo íntegro na sua conduta e responsável pelo impacto social, económico e ambiental na comunidade onde se insere.

3.2 Recursos humanos

Na Figura 12 apresenta-se o organigrama, isto é, o modo geral como estão organizados os recursos humanos, assim como a hierarquia e as relações de comunicação existentes.

Cada uma das áreas e respetivas funções são de extrema importância para que a COPEFI seja uma empresa bem-sucedida.

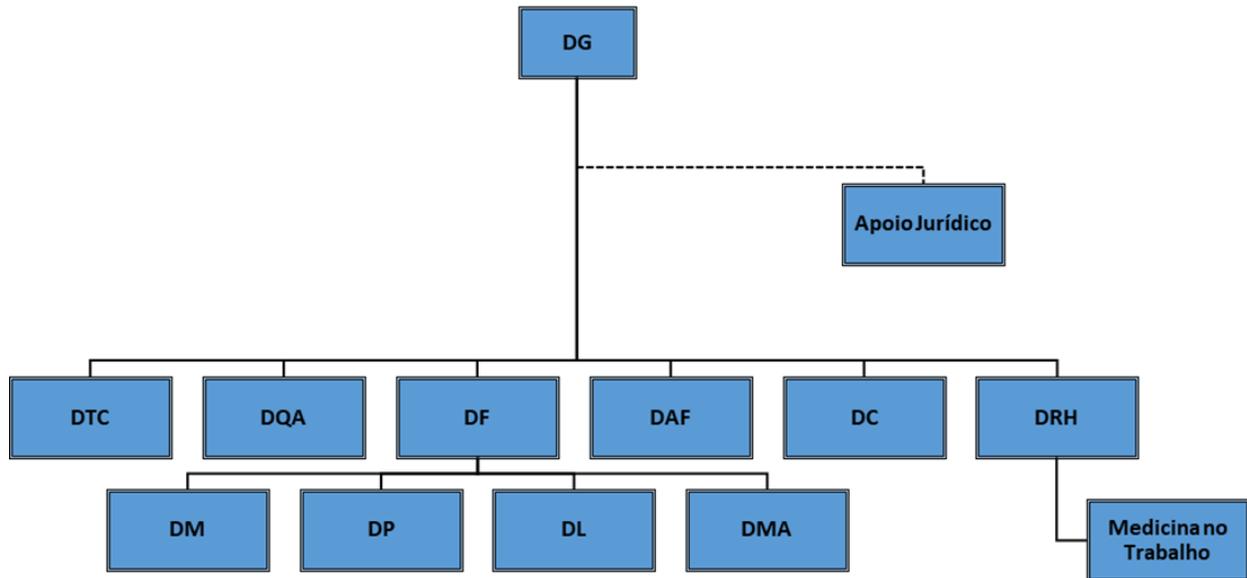


Figura 12 - Organograma da estrutura organizacional da Empresa

No anexo I descreve-se cada uma das áreas, através de um resumo das suas principais funções.

3.3 Principais produtos, mercado e clientes

O sucesso da marca, na relação com os seus clientes, baseia-se essencialmente em dois pilares, compromisso e confiança.

Ao longo dos anos, o grupo desenvolveu uma vasta experiência numa grande variedade de produtos, desde peças de segurança até componentes visuais.

A Figura 13 ilustra alguns dos produtos que são fabricados na empresa.



Figura 13 - Exemplo de produtos fabricados na COPEFI



Baseada no facto de as suas principais instalações serem localizadas no sudoeste da Europa, a COPEFI iniciou nesse local a sua exportação para o mercado mundial. Em 15 anos, a COPEFI conseguiu criar uma forte presença mundial com escritórios e fábricas em Portugal e Roménia, servindo todos os mercados da Europa Ocidental e Oriental e mais recentemente no México para servir o bloco comercial da região abrangida pelo *North American Free Trade Agreement* (NAFTA), onde apresenta um importante volume de negócios.

Estas localizações geoestratégicas (Figura 14) criam uma área de influência na Europa, na América e no Leste, garantindo uma distribuição rápida, no local e sempre e que o cliente precisar.

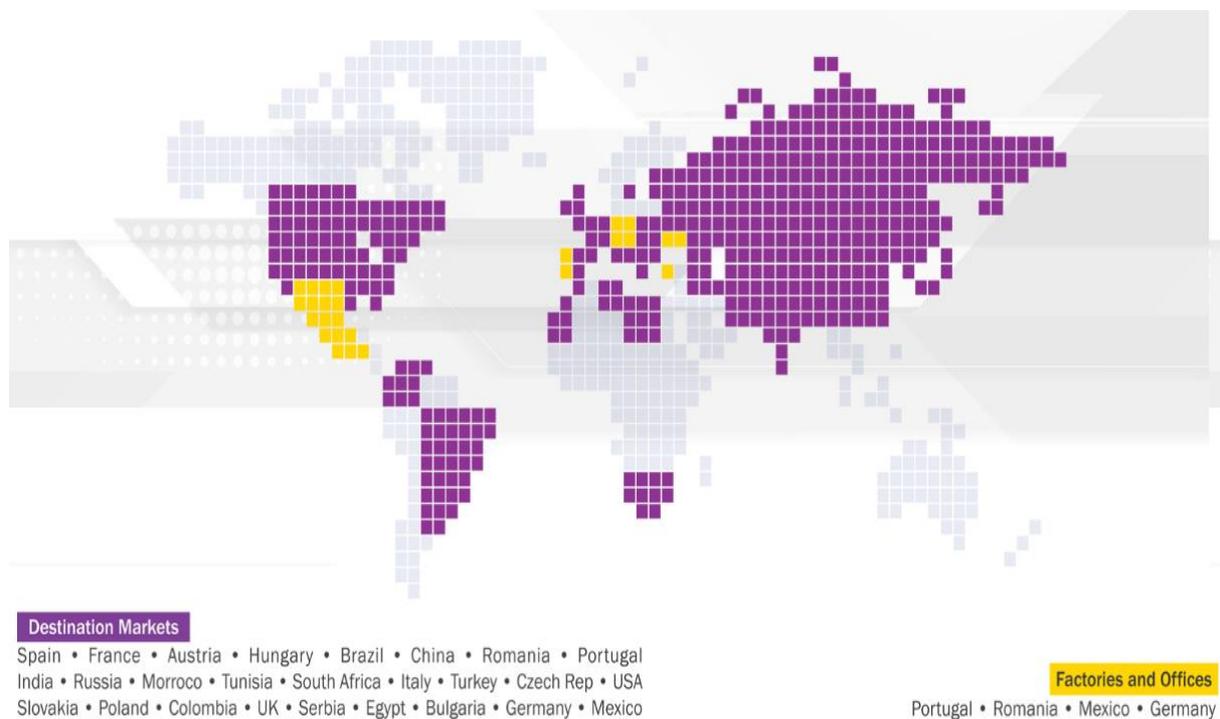


Figura 14 - Principais Mercados e unidades representativas do grupo COPEFI

A COPEFI é reconhecida como um parceiro de confiança dos colaboradores da classe TIER 1, fazendo com que estes maximizem o seu negócio. Deste modo, o grupo COPEFI tem uma presença global nos principais OEM's (Original Equipment Manufacturer), pertencendo aos fornecedores da classe TIER 2 há mais de 15 anos, tendo sempre como meta proporcionar ao cliente produtos com qualidade, bem como entregas nos prazos definidos a preços competitivos.

Assim sendo, a COPEFI vende os seus produtos para as principais marcas da indústria automóvel. Na Figura 15 seguem alguns dos principais clientes.

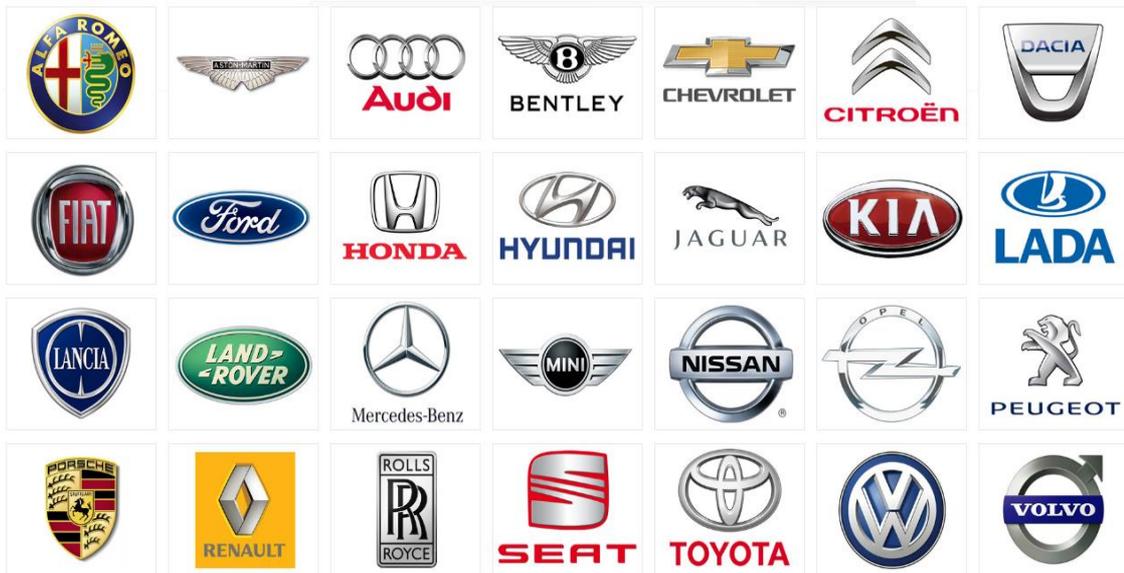


Figura 15 - Principais OEM's para os quais a COPEFI fornece os seus produtos

Em sintonia com as exigências do mercado, o Grupo COPEFI vem seguindo desde a sua criação os mais altos e mais recentes padrões internacionais de qualidade.

Como resultado dos elevados padrões e política de controlo de qualidade, tornou-se num dos primeiros fornecedores TIER 2 a ser certificado internacionalmente com:

- ISO 9001 (desde 2003);
- ISO TS 16949 (desde 2007);
- ISO 14001 (desde 2010).

3.4 Descrição geral do processo produtivo

A COPEFI no seu processo de injeção conta atualmente com 14 máquinas injetoras. Destas 14, 13 centram-se na produção e uma delas, a máquina M10, tem a missão exclusiva de produzir apenas para ensaios. A Figura 16 ilustra a distribuição dos principais setores da empresa, sendo que o setor onde ocorre realmente a transformação da MP (Matéria-Prima) está dividida em duas zonas: a zona de “Injeção 1” (máquinas “pequenas” com força de fecho entre 50 e 130 toneladas) e a zona de “Injeção 2” (máquinas “grandes” com força de fecho entre 160 e 480 toneladas).

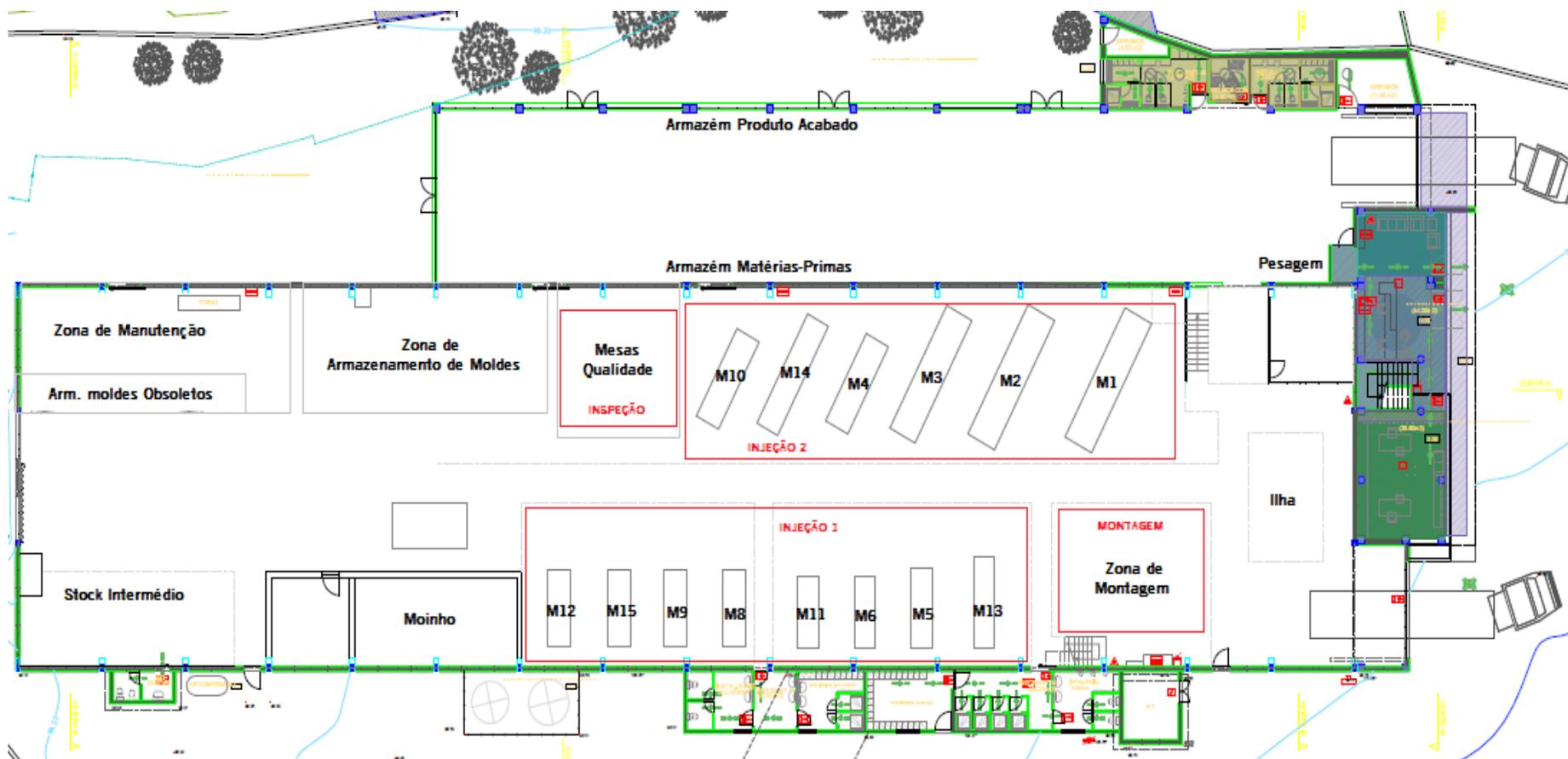


Figura 16 - Layout COPEFI



Assim, é possível descrever resumidamente o fluxo produtivo da COPEFI (anexo II). Inicialmente a matéria-prima é rececionada junto ao armazém das Matérias-primas. Nesta primeira fase é realizado um controlo quantitativo do material, por parte da logística. Posteriormente, os responsáveis pela Qualidade realizam uma inspeção qualitativa da matéria-prima. Se esta se encontrar em perfeitas condições ser-lhe-á colada uma etiqueta amarela e uma pinta verde, sendo seguidamente armazenada no armazém da matéria-prima, estando estes materiais disponíveis para entrar em produção assim que for solicitado através do lançamento da respetiva ordem de fabrico.

Quando a ordem de fabrico é “lançada”, os operadores da logística transportam a matéria-prima (MP) para junto das máquinas, ocorrendo de seguida a transformação da MP em produto semiacabado ou produto final. O produto semiacabado segue para a secção de inspeção onde se separam as peças esquerdas das direitas e se retira o jito.

O produto final é então inspecionado (amostragem) e posteriormente embalado. Caso o resultado do controlo da qualidade seja OK, a Qualidade coloca uma pinta verde na embalagem. Caso contrário as peças são encaminhadas para o moinho.

Finalmente, o material embalado é transportado para a “ilha” (nomenclatura utilizada na empresa para o local onde coloca o material após ser embalado), sendo posteriormente pesado e armazenado no armazém de produto acabado, aguardando ordem para ser expedido e entregue ao cliente.

Inicialmente, por sugestão da empresa, e assente no diagnóstico desenvolvido e que é explicado no capítulo seguinte, a área onde se atuou durante a realização deste projeto centra-se na secção de produção, mais concretamente, as zonas identificadas na imagem como, zona de injeção 1 e 2.



4. ANÁLISE E DIAGNÓSTICO DO PROCESSO PRODUTIVO

Neste capítulo será descrito com mais pormenor o sistema de produção atual da empresa COPEFI, apresentando-se inicialmente uma análise detalhada a todos os setores passíveis de intervenção, dando especial ênfase ao processo de injeção, na secção da produção. Nesta análise, recorreu-se a algumas ferramentas, nomeadamente, a análise ABC, estudo dos tempos, análise de processo, bem como ao cálculo do OEE, entre outras.

De forma a realizar uma análise e um diagnóstico mais detalhado e conciso do estado do processo produtivo da COPEFI foi necessário implementar algumas alterações efetuadas *à priori* que se encontram já discriminadas neste capítulo. Apesar de poderem ser consideradas melhorias ao processo, o autor decidiu colocar estas alterações no presente capítulo de forma a organizar a dissertação e uma vez que as alterações efetuadas tiveram impacto direto no diagnóstico e identificação dos problemas.

Finalizada a identificação dos principais problemas definiram-se estratégias para os combater. Estas propostas de melhoria são apresentadas no capítulo 5.

4.1 Secção de produção: o processo de injeção

A indústria dos plásticos encontra-se numa fase de grande crescimento. O processo de injeção através de processos de moldagem é o mais comum para produzir peças de plástico. Este caracteriza-se por ser rápido e ideal para produzir grandes quantidades do mesmo produto de plástico em relativamente pouco tempo. Os produtos a ser produzidos no processo de injeção devem ser desenhados primeiro. Posteriormente o moldador constrói o molde, geralmente em aço ou alumínio.

O processo de injeção compreende assim as seguintes etapas:

1. O molde é colocado na máquina de injeção (Figura 17) e é fechado;
2. O plástico em grânulos é introduzido na máquina através do funil, é aquecido até ficar líquido e é transferido para o molde (pressão da injeção) onde vai arrefecer e solidificar.
3. Finalmente, a máquina abre o molde e os extratores removem o produto já arrefecido (peça acabada).

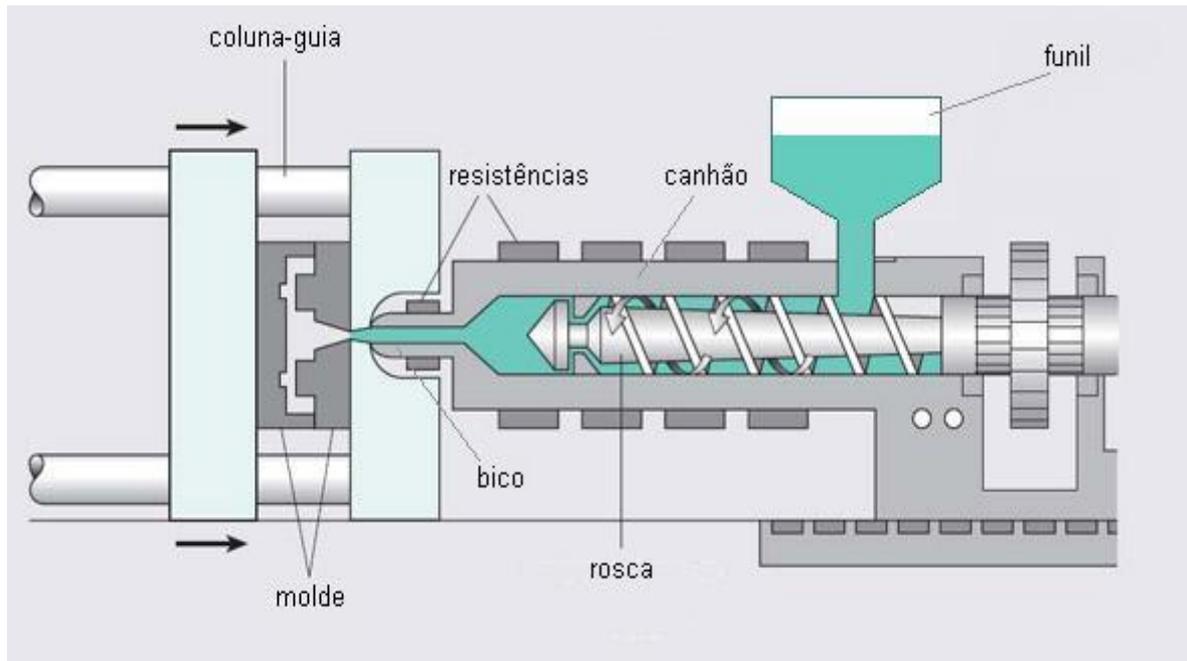


Figura 17 - Máquina de injeção (<http://www.tudosobreplasticos.com/processo/injecao.asp>)

Assim, o ciclo do processo de injeção de plástico através de moldagem pode ser dividido em: Tempo de injeção, tempo de arrefecimento e tempo de abertura, remoção das peças e fecho do molde. Deste modo, a redução de algum desses tempos permitirá reduzir o custo de produção e aumentar a produtividade.

Na COPEPI o planeamento da produção é realizado semanalmente. Nesta reunião constam representantes da logística e da produção. Assim, em função das necessidades apresentadas pela logística a produção é planeada, em função dos recursos disponíveis (matérias-primas, mão de obra, ponte, máquinas, ...), alocando assim os mesmos, da melhor forma possível.

Após definir o planeamento semanal, as ordens de fabrico são lançadas e o roteiro a definir pelos afinadores (colaboradores que efetuam a troca dos moldes) é escalonado. Assim, o afinador, em função do seu escalonamento diário e do lançamento da ordem de fabrico, procede à retirada do molde em máquina e introduz o molde com a nova referência a produzir. Esta tarefa é realizada em média 8 vezes por dia. A Figura 18 mostra uma das injetoras que constituem a secção de produção.



Figura 18 - Máquina de injeção (COPEFI)

Relativamente aos moldes, a COPEFI conta com cerca de 400 moldes, distribuídos segundo uma larga gama de dimensões e pesos, que vão desde os 70 kg até 4000 Kg.

É no processo de troca de referência que se centram grande parte dos trabalhos efetuados neste projeto, tratando-se de uma tarefa muito demorada que conduzia a um elevado tempo improdutivo.

4.2 Cálculo do OEE

Como descrito anteriormente, esta métrica relaciona três importantes fatores: a qualidade, a velocidade e a disponibilidade.

O cálculo do indicador incidu em cada uma das 13 máquinas utilizadas na produção. Para cada uma das máquinas analisou-se uma produção (Tabela 1) durante o mês de Novembro, considerou-se o período do turno, o tempo disponível desde o final da produção da referência anterior até ao final da produção da referência analisada.



Tabela 1 - Produção analisada em cada uma das máquinas

	Produto a Produzir	NºOP
M1	Couvercle Action HL D/G	21308/0001
M2	Chache Pied Retro ESQ	21246/0001
M3	Cover L	21306/0001
M4	Guide Plastique A912 AV	21299/0001
M14	Guide A55 DIR	21373/0001
M12	Plot Rigide Standard	21266/0001
M15	Diabolo	21367/0001
M9	Skate Left	21363/0001
M8	Capsulagem Maxilas T0	21312/0001
M11	Terminal Espiral	21369/0001
M6	Terminal Espiral 415	21383/0001
M5	Terminal Espiral	21361/0001
M13	Rubber Plastico	21370/0001

Índice qualidade

Neste cálculo (tabela 2) é comparado, para cada máquina, o nº de peças boas, com o total de peças produzidas. O seu quociente, resultou em valores bem acima dos 90%, sendo a média total de 96.2%.

Tabela 2 - Índice Qualidade

Fator Qualidade				
	Peças Produzidas	Peças Rejeitadas	Peças Boas	Qualidade
M1	15580	109	15471	0,993
M2	659	180	479	0,727
M3	46170	856	45314	0,981
M4	34648	9	34639	1,000
M14	6752	24	6728	0,996
M12	35614	1098	34516	0,969
M15	44160	285	43875	0,994
M9	3636	261	3375	0,928
M8	8406	585	7821	0,930
M11	92328	80	92248	0,999
M6	48800	295	48505	0,994
M5	47624	194	47430	0,996
M13	22796	40	22756	0,998
			Média	0,96

Índice velocidade

O fator velocidade pretende comparar o que a máquina realmente produz com o que a máquina deveria produzir no cenário ideal. Neste relacionam-se o Tempo de Ciclo Ideal, correspondendo à produção à velocidade máxima do equipamento, as Peças Produzidas e o Tempo de Funcionamento.



Por observação de produções anteriores, verificou-se que em várias ocasiões o cálculo do fator velocidade era superior a 100%, sendo, portanto, enganador do estado real. Tal acontecia, uma vez que a COPEFI, mencionava e estimava a produção em função do Tempo de Ciclo (TC) medido na última produção da referência. Assim sendo, o TC ideal não era realmente o melhor valor já medido. Para combater essa situação foram analisadas várias produções anteriores e comparados os TC de todas elas. Foi considerado como TC ideal o melhor valor entre todas as produções desse artigo. A Figura 19 ilustra o exemplo do cálculo do TC ideal para a máquina M1. O multiplicador relaciona-se com o número de cavidades do molde.

Tabela Auxiliar para Tempo de Produção ideal

	Usado (unidades/hora) (1)	Ideal (Unidades/hora) (2)	TC Ideal
M1	335	344,94	0,17
M2	45	45,00	1,33
M3	360	582,50	0,10
M4	343	342,86	0,18
M14	324	399,76	0,15
M12	240	362,50	0,17
M15	1252	1252,17	0,05
M9	480	480,00	0,13
M8	189	299,62	0,20
M11	1345	1637,82	0,04
M6	1152	1200,00	0,05
M5	1152	1259,73	0,05
M13	960	1030,93	0,06

Notas:

(1)- Usado com base na informação fornecida pelas OP's

(2)- Calculado com base na informação do excel. O valor assume o Usado(1) quando produção está abaixo do objetivo. Qd o produzido fica acima do objetivo assumir como ideal o obtido

M1	Peças				Taxa de Produção Ideal	Multiplicador
	Horas de Produção	Produzidas	Objetivo	Ideal		
	7,25	1246	1214	171,86	172,47	2
	8,50	1430	1423	168,24	45,00	1
	7,50	1224	1256	167,44	291,25	2
	8,00	1282	1340	167,44	171,43	2
	8,50	1466	1423	172,47	199,88	2
	7,16	1142	1199	167,44	362,50	1
M2	1,75	54	79	45	1252,17	1
	8,50	334	383	45	240,00	2

Figura 19 - Exemplo cálculo TC ideal máquina M1

Assim, o cálculo do índice de velocidade resultou em média em 84.8 %. (Tabela 3).



Tabela 3 - Índice Velocidade

Fator Velocidade				
	TC ideal	Peças Produzidas	Tempo Funcionamento	Velocidade
M1	0,174	15580	2774,6	0,977
M2	1,333	659	935	0,940
M3	0,103	46170	6275,2	0,758
M4	0,175	34648	6380,4	0,950
M14	0,150	6752	1309,6	0,774
M12	0,166	35614	6544,8	0,901
M15	0,048	44160	2414,8	0,876
M9	0,125	3636	668,2	0,680
M8	0,200	8406	2900,4	0,580
M11	0,037	92328	3870,2	0,874
M6	0,050	48800	2664,6	0,916
M5	0,048	47624	2739,6	0,828
M13	0,058	22796	1364,8	0,972
			Média	0,85

Índice Disponibilidade

Resumidamente, este fator compara o tempo possível que a máquina poderia trabalhar com o tempo em que a máquina efetivamente produz. O seu cálculo resulta do quociente entre o tempo de funcionamento e o tempo de abertura. (Tabela 4).

Tabela 4 - Cálculo Índice disponibilidade

	Tempo Turno	Tempo de Funcionamento	Tempo abertura	Disponibilidade
M1	3299,6	2774,6	3299,6	0,841
M2	1290	935	1290	0,725
M3	6690	6275,2	6690	0,938
M4	8180,4	6380,4	8180,4	0,780
M14	1479,6	1309,6	1479,6	0,885
M12	6999,8	6544,8	6999,8	0,935
M15	3394,8	2414,8	3394,8	0,711
M9	2442	668,2	1622,4	0,412
M8	4484,22	2900,4	4484,2	0,647
M11	3985,2	3870,2	3985,2	0,971
M6	2964,6	2664,6	2964,6	0,899
M5	2969,6	2739,6	2969,6	0,923
M13	1489,8	1364,8	1489,8	0,916

Como referido anteriormente, definiu-se o tempo do turno como o tempo disponível imediatamente após o final da produção anterior e o final da produção da referência a produzir. O tempo de abertura resulta da subtração das paragens planeadas ao tempo do turno. Uma vez que a COPEFI trabalha 24 horas, sem interrupções não se consideram pausas para almoço ou jantar. Consideraram-se os ensaios como uma paragem planeada. Estes são demorados e críticos para a organização, uma vez que em alguns



casos a produção de uma determinada referência era interrompida a fim de realizar um ensaio de outra referência, o que resulta em duas mudanças de molde

Tabela 5 - Índice Disponibilidade

Fator Disponibilidade	
	Disponibilidade
M1	0,841
M2	0,725
M3	0,938
M4	0,780
M14	0,885
M12	0,935
M15	0,711
M9	0,412
M8	0,647
M11	0,971
M6	0,899
M5	0,923
M13	0,916
Média	0,81

Observa-se claramente que a máquina M9 apresenta um valor baixo. Este resulta de ensaios realizados durante o processo produtivo e, principalmente, de um longo período de tempo de *setup*.

Assim, a multiplicação dos três fatores, resultou num valor de OEE de 67.6% (Figura 20).



Figura 20 – Resultado do Cálculo do OEE global e por máquina

Tendo em conta que o valor de referência do OEE para empresas de classe mundial ronda os 85% (Nakajima, 1988), verifica-se que na COPEFI será necessário intervir. Esta ferramenta de diagnóstico, permitiu assim comprovar o que empresa já suspeitava, isto é, que o fator disponibilidade, mais



concretamente devido ao processo de troca de referência (tempo de *setup*), era responsável por grande parte do tempo improdutivo verificado influenciando negativamente a eficiência do processo produtivo da COPEFI.

Os restantes cálculos auxiliares relacionados com o fator disponibilidade e velocidade podem ser consultados nos anexos III e IV. Deste modo, após diagnosticar o problema foram definidas estratégias TPM/ *lean* para o combater (apresentadas no capítulo 5).

4.3 Análise ao processo de troca de referência

Face aos valores obtidos para o OEE torna-se importante analisar com maior detalhe o processo de troca de referência. Na Figura 21 podem observar-se as três atividades principais (desmontagem do molde em máquina, montagem do novo molde, e, afinação). Resumidamente, terminada a produção anterior, as peças de *setdown* são guardadas. Após essa ação ser realizada inicia-se o intervalo de tempo definido pelo nº 1, ou seja, o intervalo de tempo desde esse momento até ao instante em que se procede à desmontagem do molde. Ai são realizadas todas as operações necessárias à retirada do molde em segurança.

Terminada a retirada do molde da máquina, inicia-se o segundo intervalo de tempo desperdiçado (nº2). Este define-se como tempo desperdiçado entre duas das atividades principais, desmontagem e montagem, essencialmente devido a deslocações desnecessárias.

Posteriormente dá-se início á montagem do molde e seus periféricos. Terminada esta operação realizar-se-á a afinação. Entre estas duas atividades define-se o intervalo de tempo 3. A afinação define-se, essencialmente, pela introdução de todos os parâmetros na máquina, bem como pela verificação de todos os dispositivos. É de seguida iniciada a injeção das primeiras peças, sendo então necessária a aprovação dos responsáveis da Qualidade a fim de se iniciar realmente a produção. O intervalo de tempo despendido entre a afinação e o início da produção define-se pelo nº4.

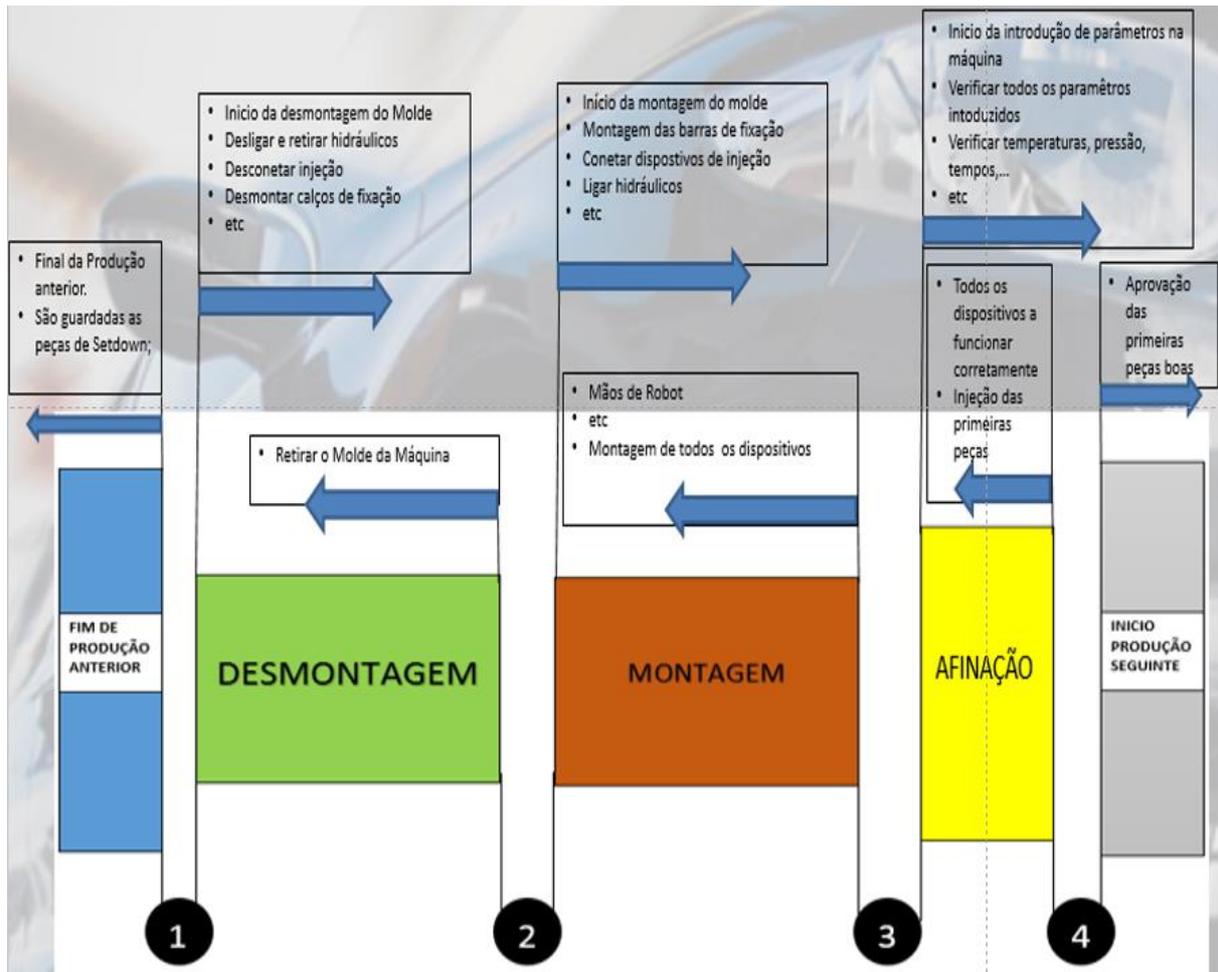


Figura 21 - Principais etapas que constituem o processo de setup

Assim, podem-se classificar os tempos despendidos nas fases 1,2,3 e 4 como tempo puramente desperdiçado. Desta forma, idealmente, estes tempos devem ser 0, a fim de se focar toda a atenção nas tarefas de desmontar, montar e afinação.

Em suma, neste caso em particular o tempo total de *setup* está dividido em dois grandes grupos:

- O tempo realizado nas operações de desmontar, montar e afinação;
- O tempo despendido entre operações 1,2,3 e 4.

Surgiu então a necessidade de quantificar as perdas em cada uma das duas fases identificadas, a fim de saber qual delas contribui mais para o elevado tempo de *setup* e posteriormente definir estratégias para o minimizar.



4.4 Quantificação do tempo improdutivo e identificação dos motivos de paragem

Após diagnosticar e concluir que o processo de *setup* era um dos principais responsáveis pelo elevado tempo desperdiçado pela COPEFI no seu processo produtivo, tornou-se imperativo definir estratégias que permitissem identificar/discriminar quais os principais motivos que contribuíam para esse mesmo problema, para assim ser possível definir estratégias no futuro.

Resumidamente, este processo dividiu-se em 4 fases principais:

1. Codificação das principais incidências na produção e principalmente no processo de *Setup*;
2. Alteração da folha de registo do processo de troca de referência “mod.142/DP”;
3. Criação de um ficheiro Excel que permitisse converter os dados provenientes do preenchimento do registo em gráficos elucidativos do estado do sistema produtivo ao nível do tempo desperdiçado em trocas de referência;
4. Identificação dos principais motivos de paragem no processo de *Setup*.

4.4.1 Codificação das principais incidências na produção e no processo de *Setup*

Nesta primeira fase procedeu-se à codificação dos principais motivos de paragem durante a produção e dos principais motivos de espera durante o processo de *setup* (entre as fases 1 ,2,3 e 4).

Para o efeito foram consultados documentos de produções anteriores. O diálogo com os colaboradores, bem como a observação foram cruciais nesta etapa. De realçar que a lista codificada foi sendo atualizada sempre que se verificava um novo motivo de paragem.

Esta codificação (anexo V) será a base da fase 2 e torna possível contabilizar e trabalhar os dados, através da criação de gráficos de diagnóstico e de controlo.

Assim, todos os colaboradores da secção de produção foram formados sobre a criação da nova lista, bem como do correto preenchimento nas ordens de fabrico (anexo VI).

4.4.2 Alteração da folha de registo do processo de troca de referência “mod.142/DP”

Foi alterada a folha no qual é registado todo o processo de *setup*. No modelo anteriormente usado, apenas se registava o início e final de cada uma das fases (desmontagem, montagem e afinação), não se contabilizando/discriminando o tempo desperdiçado nos intervalos de tempo 1,2,3 e 4. Deste modo tornou-se possível acompanhar e registar realmente tudo o que acontece no processo de troca de referência. O preenchimento desta nova folha de registo tem como base os códigos de incidências definidos na fase 1.



A Figura 22 ilustra o anterior e o atual modelo (anexo VII).

ANTES

DEPOIS

Figura 22 - Comparação entre a folha de registo anterior e a atual

Assim, cada uma das 4 tabelas do novo registo, corresponde ao intervalo de tempo entre cada uma das fases do processo de *setup* (1,2,3 e 4). O preenchimento é bastante simples, sendo apenas necessário identificar o motivo de paragem através do seu código correspondente e indicar o período de tempo dessa mesma paragem, assim todos os intervalos de tempo do processo são devidamente justificados. A Figura 23 corresponde a um excerto da explicação enviada para as unidades do México e Roménia e ilustra um exemplo de como se deve preencher o novo registo.



How to measure and split the times

- **Let's take an example of timing, imagine this situation (at 9:00am):**
 - **Time for dismounting a mold (= total 9 min)**
 - Disconnect water = 2min
 - Disconnect ejection system = 1 min
 - Take out the tie bars = 6 min
 - **Time to mount a new mold (= total 45 min)**
 - Screw on the tie bars = 7 min
 - Assembly the ejection system = 3 min
 - Connect all water system = 15 min **2**
 - Change the nozzle on machine = 20 min **2**
 - **Set up (= total 11 min)**
 - Adjusting clamping force = 2 min
 - Adjusting temperatures = 1 min **3**
 - Introducing all parameters on injection machine = 5 min
 - Checking all movements = 1min
 - Start injecting first parts = 2 min **4**
 - **(Total time to change for a new prod. = 65min typically)**
- **Beginning new production with new mold. at 11:20 am**
- If you didn't loose time you will start production at 10:05am

This time is the wasting time

At the same time (it can happen)

- Problem in a water hose (need to change) 10 min Code 22
- You have to machine a new nozzle (and change it) 20 min Code 21
- Heating resistance malfunction (need to change it) 15 min code 21
- The raw material is not dried (waiting more) 30 min code 26

Wasting time (total) =75 min
This is included on stopping code list

Total time for changing a mold with all stages
[9:00+(65min+75 min)]= 11:20 am

You have to register this info in your paperwork.

Figura 23 - Exemplo de um setup e identificação dos desperdícios para preencher o novo registo

Assim, o modelo proposto foi aprovado e usado nas três unidades produtivas da COPEFI. Para o efeito, o documento foi traduzido para a língua Inglesa (anexo VIII) sendo posteriormente realizadas reuniões com representantes da unidade produtiva da Roménia e do México a fim de explicar aquilo que se pretendia com a alteração e a melhor forma de efetuar o seu preenchimento.

Esta foi uma das fases mais importantes e que simultaneamente resultou em maior dificuldade ao longo de todo o projeto na COPEFI, uma vez que se alterou um documento que era usado na empresa há vários anos e que naturalmente despoletou uma natural desconfiança e aversão à mudança. Assim, após a criação do novo documento foi planeada a realização de uma formação (anexo IX) com cada um dos chefes de turno bem como aos afinadores e operadores destinados à mudança do molde. A formação teve como principal foco ensinar aos operadores como preencher a nova folha de registo e esclarecer todas as dúvidas que pudessem surgir.

De forma a minimizar e simplificar a alteração, manteve-se a denominação de *setup* para a afinação, uma vez que a empresa utiliza esta nomenclatura há vários anos e assim evitam-se confusões que poderiam surgir da mudança de nome para essa fase do processo.



4.4.3 Conversão dos dados obtidos em gráficos elucidativos do estado do sistema.

Após a alteração da folha de registo do processo de troca de referência “mod.142/DP”, foi necessário criar um ficheiro Excel que permitisse armazenar os dados registados e, principalmente possibilitassem a obtenção de gráficos que ilustrassem a situação atual da empresa para assim definir e planear ações futuras fazendo assim a “ponte” entre o “mod.142/DP” e os resultados propriamente ditos.

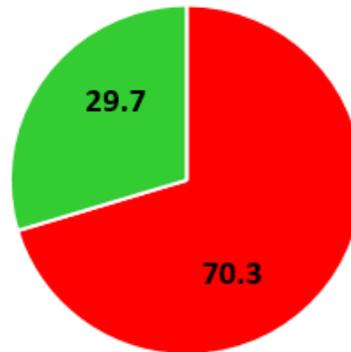
O anexo X ilustra a forma como os dados foram inseridos após a criação e programação do ficheiro Excel. Assim foram criados ficheiros individuais, iguais aos do anexo X para cada uma das 13 máquinas analisadas. Nesta fase de diagnóstico analisaram-se e introduziram-se no sistema dados relativos a todas as 150 mudanças de molde registadas durante o mês de Fevereiro. Este período analisado corresponde a 506 horas disponíveis por cada uma das 13 máquinas.

Da introdução destes dados resultaram 4 gráficos, que permitiram identificar e analisar claramente o estado atual da COPEFI.

O primeiro destes gráficos (Figura 24) discrimina, percentualmente o total do tempo de *setup* ao longo do período analisado. Deste modo, conclui-se que do tempo total despendido no processo de troca de referência, apenas 29.7% do tempo total era realmente gasto a realizar as tarefas de desmontagem, montagem ou afinação, sendo que, 70.3% foi puramente tempo desperdiçado nos intervalos 1,2,3 e 4. Este gráfico mostrou-se bastante útil na direção e focalização dos trabalhos futuros, uma vez que conforme observado, eventuais alterações ou ações realizadas concretamente na diminuição dos tempos de desmontagem, montagem e afinação tornar-se-iam menos significativas, uma vez que a maior parte do tempo era despendido entre as estas fases do processo. Assim, foi possível identificar áreas de atuação e definir estratégias a fim de diminuir o tempo total de *setup*.



Discriminação dos Tempos de Troca de Referência (Setup) (%)



- Fração de tempo desperdiçado (entre as fases)
- Fração de tempo a realizar as tarefas

Figura 24 - Discriminação dos Tempos de setup

O segundo gráfico (Figura 25), permite analisar como é despendido o tempo de *Setup* em cada uma das 13 máquinas e assim aferir qual das máquinas contribui mais para o total do tempo improdutivo. Por observação do gráfico verifica-se que a máquina M14 é a que mais contribui para o efeito. Tal acontece, uma vez que esta é responsável por um elevado nº de ensaios, quando comparado com as outras 12, o que naturalmente se traduz num maior número de mudanças de molde.

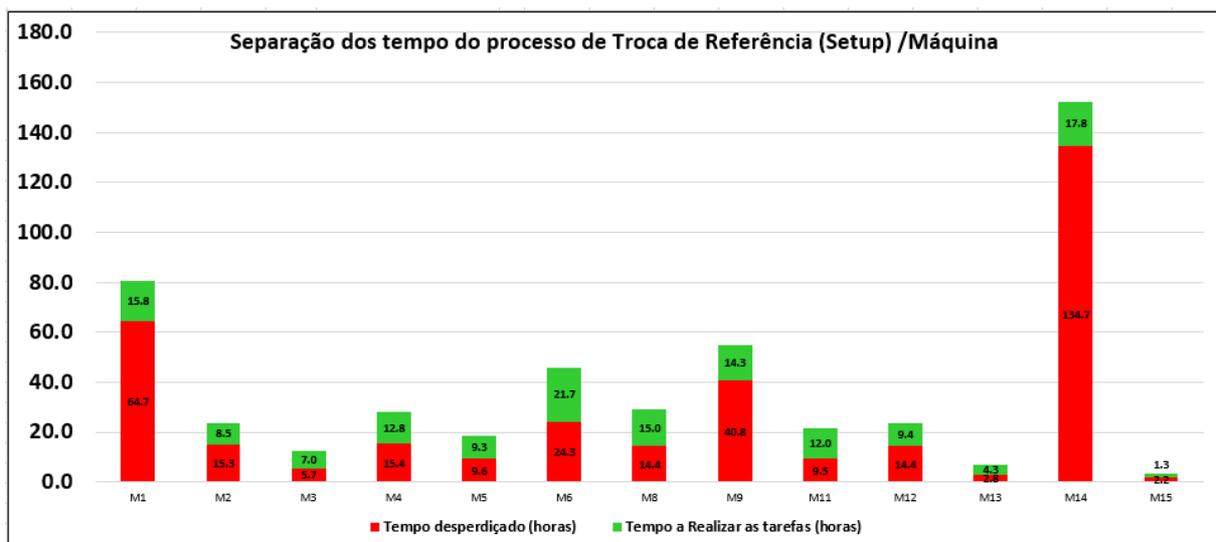


Figura 25 - Separação dos tempos do processo de setup por máquina



Seguidamente, divide-se o total do tempo despendido no *setup* pelos intervalos de tempo 1,2,3 e 4. Este gráfico (Figura 26) permite saber em qual dos 4 intervalos de tempo se verifica o maior desperdício de tempo. Assim, verifica-se que o maior tempo desperdiçado é na fase 3, ou seja, entre o final da montagem do molde e o início da afinação.

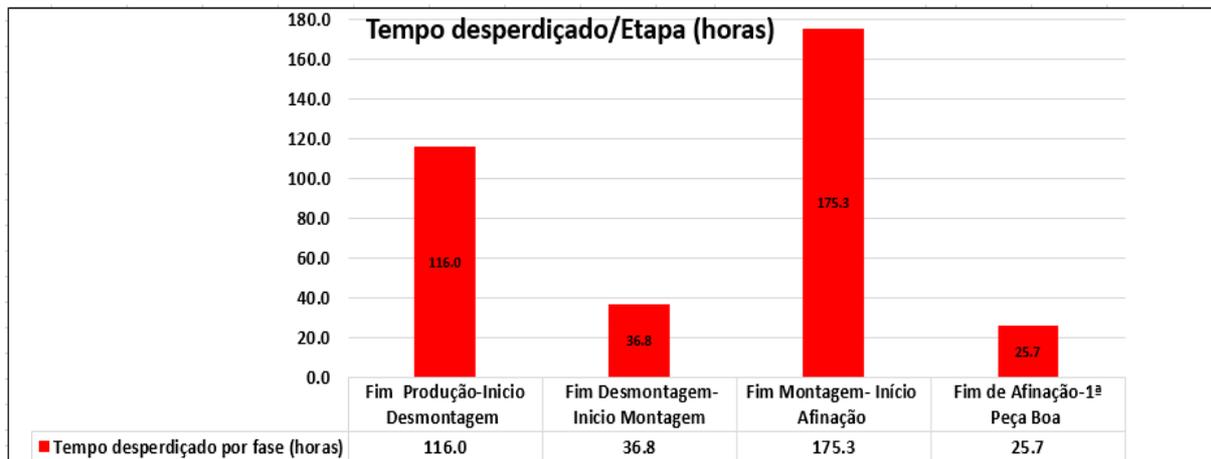


Figura 26 - Tempo desperdiçado/etapa

Os três gráficos anteriores, permitiram estabelecer uma visão mais global do que se passa no processo de *setup* da COPEFI, possibilitando perceber a eficiência real do processo, através da contabilização da fração de tempo em que realmente se efetuam operações de *setup* e da fração de tempo que é desperdiçado, qual das máquinas é a mais critica e em qual dos 4 intervalos de tempo identificados é responsável pela maior perda.

Assim, o próximo gráfico (Figura 27) representa o diagrama de Pareto e discrimina, objetivamente, o tempo total desperdiçado por cada um dos diferentes códigos de paragem definidos na fase 1 para o mês de Fevereiro.

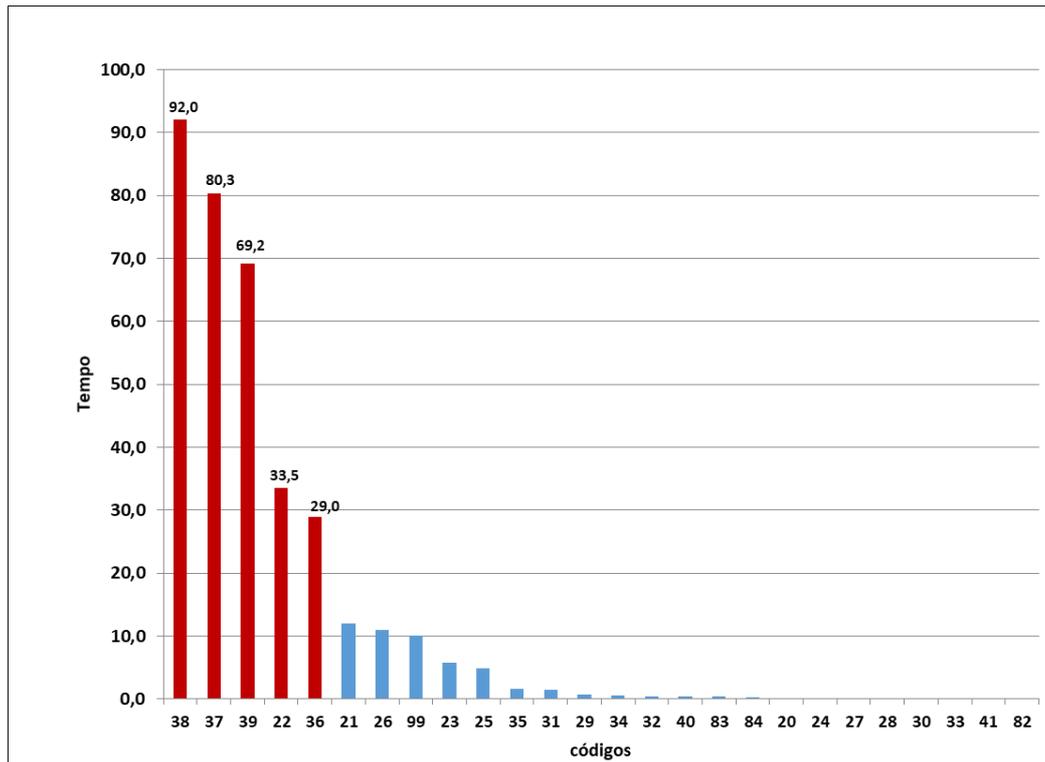


Figura 27 - Tempo de paragem/ código de tipo de desperdício

A análise do gráfico permite concluir que cerca de 85 % do total de tempo perdido resulta de 20 % dos códigos (causas). Deste modo, as causas que correspondem aos 20 % são os códigos, 38 – Paragem por decisão, 37 – Falta de afinador, 39 – Falta de operador de montagem/desmontagem de moldes, 22 – Avaria de molde, 36 - Ajuste de temperatura.

Os resultados obtidos nesta análise tornaram-se extremamente importantes para a COPEFI. Dos cinco principais motivos de paragem, observa-se que, três deles (cód.37, 38, 39) se relacionam diretamente com a escassez de recursos ou mesmo com a falta a organização e gestão dos recursos existentes. A principal causa de paragem, 38 – Paragem por decisão, resulta, maioritariamente de situações em que as produções terminam durante o turno noturno. Nestes casos, a gestão da produção decide que a nova referência só entra em máquina no início do turno diurno, uma vez que os operadores que trabalham no turno noturno são menos capacitados e não conseguem fazer a mudança dos moldes mais complexos, estando a máquina parada até ao início do turno diurno. Verificaram-se intervalos de tempo desperdiçados (máquina parada) que ultrapassaram as 7 horas.

De forma a diagnosticar com maior precisão e detalhe o que realmente estaria a ocorrer, acompanhou-se detalhadamente a produção da COPEFI. Através desta análise concluiu-se que:



- Várias produções terminavam simultaneamente ou em intervalos de tempo muito próximos, o que resultava em necessidades de mudança de molde simultâneas. Os recursos existentes (e.g. só existe uma ponte), não permitem que tal aconteça. Desta forma, se três produções terminarem em simultâneo, isso resulta num tempo de paragem médio de duas e três horas em cada uma das máquinas.
- O planeamento semanal apresentava lacunas e não era seguido na sua plenitude. Todas as sextas-feiras é planeada toda a produção para a semana seguinte. Observou-se que eram efetuadas revisões ao planeamento, praticamente, diariamente. Desta forma, o término das produções tornava-se muito difícil de prever. Assim não era efetuado nenhum planeamento das mudanças de moldes, resultando desta forma em mudanças simultâneas.

Em suma, este gráfico (análise de Pareto), mostrou-se extremamente útil, permitindo uma fácil visualização das causas que resultaram num maior desperdício de tempo, possibilitando assim a concentração de esforços e a elaboração de planos de ação sobre os mesmos, apresentados no capítulo seguinte.

Finalmente, e recorrendo ao mesmo ficheiro excel foi possível contabilizar de que forma o processo de *Setup* influenciava a produtividade da COPEFI (Tabela 6). Assim, em função do tempo total disponível em cada uma das 13 máquinas, concluiu-se que 7.6% da totalidade do período analisado (aproximadamente um mês) foi despendido exclusivamente no processo de *setup*. Este contempla a desmontagem do molde anterior, montagem do novo molde e afinação, bem como os intervalos 1,2,3 e 4 (Figura 21).

Este indicador traduz a forma como o processo de troca de referência influencia de forma muito negativa a produtividade da organização.

Tabela 6 - Tempo Total de Paragem Resultante do Processo de Setup

	Total (horas)	Por máquina (horas)
Tempo disponível período 10/02/17 - 09/03/17	6578	506
Tempo Total dispendido no processo de SETUP	502,9	
% Tempo mensal gasto nas operações de SETUP	7,6	



4.5 Processo de mudança de moldes

No seguimento do trabalho de diagnóstico desenvolvido, foi acompanhado, filmado e analisado todo o processo de *Setup*. Desta análise resultou o diagrama de Spaghetti da Figura 28, que permitiu aferir que grande parte do tempo desperdiçado no processo era resultante de um elevado número de deslocações originadas, na sua maioria, por pura desorganização.

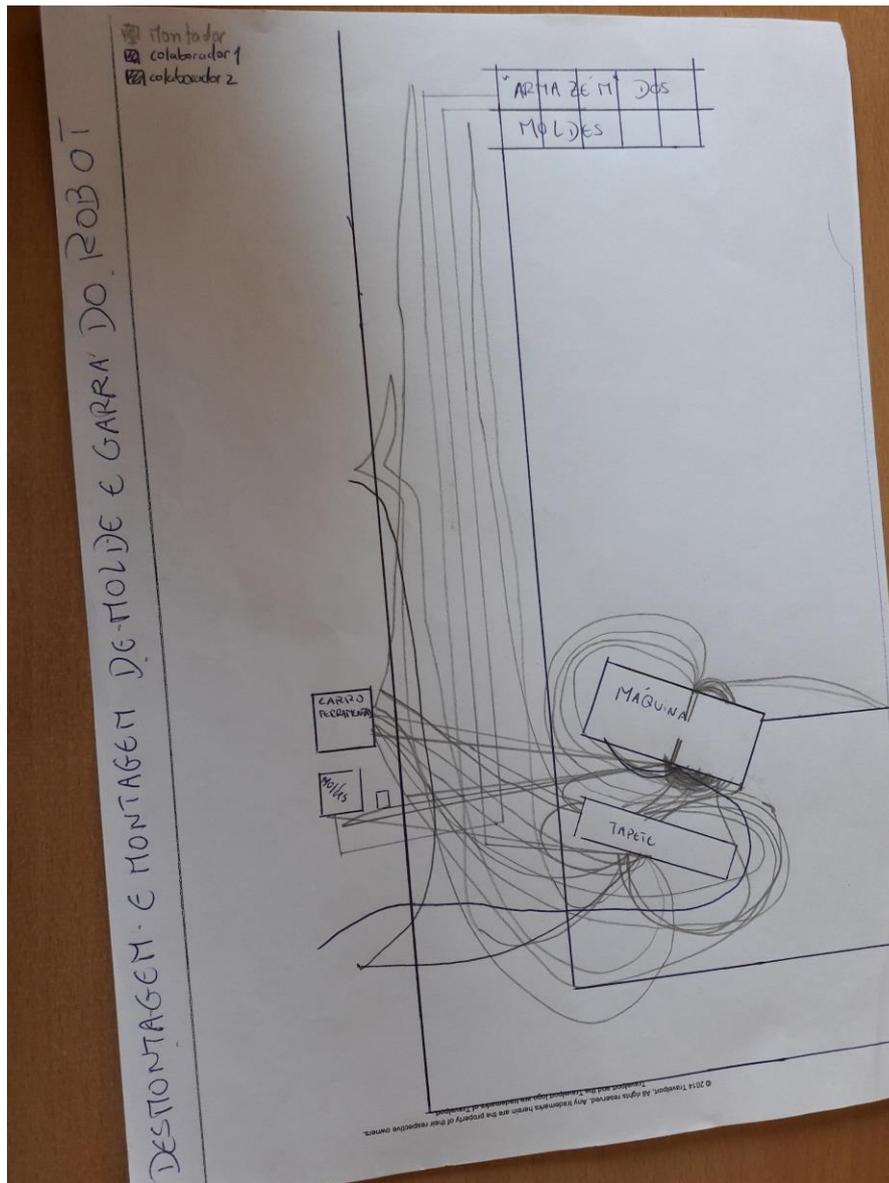


Figura 28 - Diagrama de Spaghetti de um Processo de setup



4.6 Carrinho de ferramentas do processo de troca de moldes degradado e mal-organizado

Dentro da análise efetuada ao processo de *setup* observou-se que o carrinho de ferramentas para auxílio ao processo se encontra algo danificado e, sobretudo, mal-organizado. Esta desorganização não permite identificar claramente os materiais e pode originar a perda destes e desperdício de tempo por parte dos operadores na procura e identificação dos mesmos. Também se verificou que os materiais do carrinho não estão identificados para o uso exclusivo do processo de *setup*, isto é, podem ser utilizados e misturados com quaisquer outros materiais seja qual for o trabalho a realizar, o que facilita a perda do material. A Figura 29 ilustra claramente a carência de organização do carrinho.



Figura 29 - Carro de Ferramentas utilizado no processo

4.7 Elevado tempo necessário para a montagem da mão-de-robot

Na fase final do processo de *setup*, procede-se, se necessário, à substituição da Mão de Robot a ser utilizada durante a produção. Verificou-se que esta operação é morosa, o que se traduz, naturalmente num desperdício de tempo, contribuindo, assim, de forma considerável para o elevado tempo de *setup* verificado. Assim, após a análise do processo, nomeadamente do vídeo recolhido durante a fase preliminar da ferramenta SMED observou-se que a substituição (desmontagem e montagem) da Mão de



Robot demorava cerca de 9 minutos e 58 segundos. Assim, verifica-se que 11,7% do total do tempo despendido no processo de *setup* era gasto na substituição da Mão de Robot. A Figura 30 ilustra o mecanismo com a Mão de Robot utilizada no processo.



Figura 30 - Exemplo de Mão de Robot antes e após a montagem

É possível observar que tanto a Mão (1+2), como o suporte (3), são demasiado complexos, têm demasiados componentes (sempre que ocorre uma substituição da mão é necessário separar o componente 1 do componente 2 e posteriormente o componente 2 do 3), sendo a fixação da mão no suporte morosa (em média durante a substituição da Mão era necessário desapertar e apertar 12 parafusos). Além do elevado número de parafusos, estes são difíceis de manusear, requerendo grande habilidade do operador e um dispêndio de tempo enorme no manuseio do material.

Verificou-se também que não existe uma normalização nem uma fixação Standard, ou seja, grande parte das Mãos de robot têm uma forma diferente de montar e fixar no suporte o que, naturalmente, promove a existência de variações dificultando a criação de rotinas (os operadores não sabem exatamente como devem executar e desempenhar as tarefas a executar).



4.8 Elevadas deslocações na procura de ferramentas de manutenção/ limpeza das máquinas

Durante a produção, mas essencialmente, no final de cada turno, os líderes de cada equipa, procedem à limpeza das máquinas a fim de disponibilizarem o posto de trabalho à equipa que inicia o trabalho no turno seguinte. Observou-se uma situação crítica: os materiais de limpeza não se encontravam minimamente organizados, não existindo uma zona delimitada quer para o armazenamento do material no final do turno, quer durante o turno. Naturalmente, muitas vezes os materiais depois de utilizados eram libertados, sem critério e perdidos (Figura 31)



Figura 31 - Desorganização do material de limpeza

Obviamente, esta desorganização resulta num grande desperdício de tempo na procura do material de limpeza, uma vez que os operadores percorriam elevadas distâncias na tentativa de obter o material. Não existia também alocação dos materiais disponíveis a cada uma das máquinas, ou seja, todos os materiais eram utilizados em todas as máquinas, não existindo desta forma o mínimo de racionalização e controlo dos recursos existentes.

Em grande parte dos casos, os operadores deslocavam-se à zona de manutenção na tentativa de encontrar o material necessário, uma vez que era o local mais utilizado para armazenar os utensílios.

A Figura 32 ilustra a distância, na situação mais crítica, que os operadores tinham de percorrer no final de cada turno para ir buscar os materiais à zona da manutenção para proceder à limpeza de cada uma



das máquinas. De realçar que nesta contabilização não se consideram as distâncias percorridas pelos operadores na procura e busca dos materiais durante a produção.

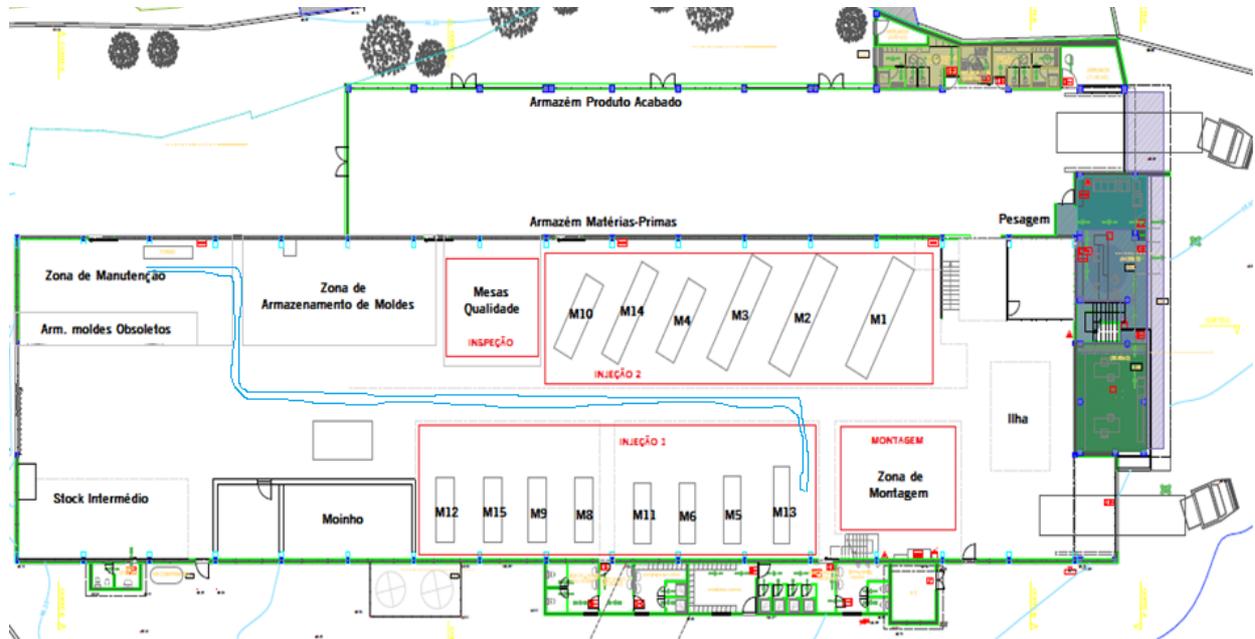


Figura 32 - Diagrama de Spaghetti das deslocações dos operadores (situação mais crítica)

Assim, sempre que o operador se deslocava à zona de manutenção necessitava de percorrer cerca de 104 metros, traduzindo-se num dispêndio, em média, de 68 segundos.



4.9 Principais ferramentas de apoio à produção desorganizadas

Constatou-se a falta de organização, bem como a carente identificação das diversas ferramentas e materiais utilizados durante a produção. Não existia um critério de arrumação, sendo extremamente difícil identificar quais os materiais em cada uma das caixas. Adicionalmente, verificou-se a falta de separação entre ferramentas de apoio (alicates, martelos, ...) e os materiais usados na produção (hastes de extração, anéis...). Desta forma, a falta de organização e de gestão visual provocava o natural desperdício de tempo na procura e identificação dos materiais a usar. A Figura 33 ilustra a forma como os materiais eram armazenados.



Figura 33 - Local de armazenamento das principais ferramentas



4.10 Falta de identificação do local destinado à MP, produto acabado e periféricos

Observou-se que o local para a colocação, tanto da matéria-prima como do produto acabado, junto às máquinas não estava identificado. Esta falta de organização resultava na mistura do produto acabado com a MP (Figura 34), o que se traduzia em erros frequentes e desperdício de tempo na identificação do material. Esta desorganização causava também acumulação de material, uma vez que, por vezes eram transportados para o local materiais já existentes e prontos para entrar em produção, mas que devido à falta de organização do espaço não estariam visíveis.



Figura 34 - Falta de marcação de local para a matéria-prima e produto acabado

O espaço destinado à alocação dos elementos periféricos de produção (moinhos, mesas de apoio, etc.) também não estava devidamente definido (Figura 35). A ausência da marcação destes componentes aumentava ainda mais a desorganização dos postos de trabalho.



Figura 35 - Falta de marcação para os elementos periféricos



4.11 Quadro dos principais indicadores de produção degradado

Conforme se observa na Figura 36, o quadro que contém os principais indicadores de produção encontra-se degradado, desorganizado e mal identificado. É, claramente, visível a falta de títulos dos indicadores, dificultando assim a correta identificação das informações.

Observa-se também que existem títulos que não correspondem à informação nos gráficos induzindo desta forma o observador em erro.

Observa-se, também, a carência de cores apelativas que permitam “chamar” a atenção dos colaboradores ou de visitas/entidades externas.

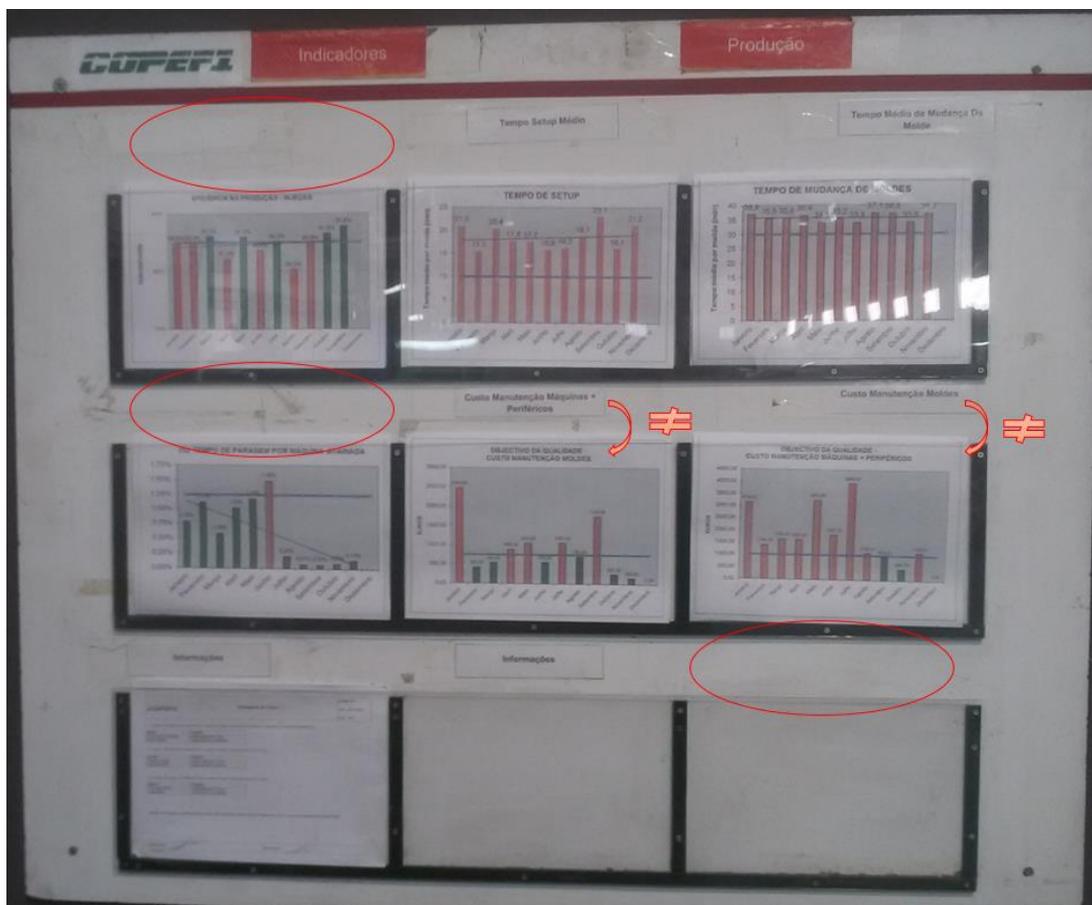


Figura 36 - Quadro com os principais indicadores de produção degradado

No capítulo seguinte proceder-se-á à apresentação das propostas de melhoria implementadas de forma a reduzir os desperdícios de tempo resultantes dos problemas anteriormente mencionados.



5. APRESENTAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE PROPOSTAS DE MELHORIA

No presente capítulo serão apresentadas todas as propostas de melhoria apresentadas à empresa, a fim de eliminar ou reduzir os problemas identificados. As propostas apresentadas têm como base a implementação de ferramentas e princípios *lean manufacturing*. Deste modo, as melhorias assentam no aperfeiçoamento e organização dos setores em estudo, através da implementação da filosofia 5S, eliminação de desperdícios, iniciação da normalização do trabalho e, principalmente, na implementação da ferramenta SMED. Posteriormente, na fase final do projeto foi construído um software que se mostrou de extrema importância no auxílio ao planeamento da produção e no planeamento dos processos de mudança de molde.

5.1 Aplicação da ferramenta SMED no processo de mudança de moldes

Conforme identificado no capítulo 4, o tempo desperdiçado no processo de troca de referência é um dos pontos críticos e contribuí de forma decisiva para o elevado tempo improdutivo, conforme observado na Tabela 6. Desta forma, tornou-se imperativo elaborar estratégias de forma a diminuir o tempo de *setup*. Antes da aplicação deste método reuniram-se todos os operadores que intervêm no processo de troca de referência, desde os afinadores, aos operadores que procedem à desmontagem e montagem do molde e os responsáveis por colocar os materiais a estufar, até à gestão e direção de fábrica. Esta reunião preliminar focou-se em:

- Sensibilizar todos os intervenientes para o problema identificado (identificação no capítulo 4);
- Explicar a contribuição da morosidade do processo no elevado tempo improdutivo da COPEFI;
- Envolver todos os colaboradores e informar os mesmos sobre o método e qual o planeamento de aplicação do mesmo, tornando-os parte integrante do processo.

Assim, estruturou-se toda a aplicação do método e definiu-se a realização de reuniões semanais onde todos estariam presentes de forma a dar aos operadores a oportunidade de transmitir os seus pontos de vista e os informar da evolução da aplicação do método.

Terminada esta fase de envolvimento, procedeu-se à filmagem do processo de *setup*. (Figura 37).



Figura 37 - Filmagem do processo de setup

Esta fase de análise permitiu constatar a falta de organização e planeamento do processo de *setup*, uma vez que todas as operações são executadas com a máquina parada. Deste modo, recorrendo à filmagem, listaram-se e quantificaram-se temporalmente todas as operações executadas e em conjunto com os operadores procedeu-se à distinção das operações em atividades de *setup* interno e atividades de *setup* externo (Figura 38), de forma a identificar as operações que eram efetuadas com a máquina já parada e que no futuro poderiam ser realizadas com a máquina em funcionamento, economizando tempo.



	#	Atividade	Tempo	Setup interno	Setup externo
Desmontagem	D0	Preparar carro de ferramentas	00:06:30	x →	→ x
	D0	Preparar molde	00:06:22	x →	→ x
	D0	Transportar molde da referência a produzir até à injetora	00:04:30	x →	→ x
	D0	Preparar acessórios para a montagem do molde (anel, haste de extração, mangueiras, mão de robot, ...)	00:09:57	x →	→ x
	D1	Posicionar robot (recua ponto zero)	00:00:23	x	
	D2	Ajustar bico/carro (recuar)	00:00:28	x	
	D3	Purgar, limpar camara e ajustar temperaturas do cilindro	00:02:21	x	
	D4	Abrir molde, recuar a extração, abrir porta da frente e borrifar molde	00:00:23	x	
	D5	Desligar caudalímetros	00:00:17	x	
	D6	Desligar e Soprar os circuitos da água	00:00:34	x	
	D7	Desmontar todas as mangueiras e fichas elétricas	00:01:00	x	
	D8	Fechar porta da frente e molde e abre porta e fixa barra de segurança	00:00:31	x	
	D9	Inspecionar e retirar a cavilha de extração	00:00:17	x	
	D10	Abrir porta da frente, fixar molde, fixar ponte no molde e desmontar completamente os 3 calços frontais e todos os traseiros	00:03:57	x	
	D11	Abrir porta e máquina	00:00:14	x	
D12	Inspecionar e retirar haste de extração	00:00:28	x		
D13	Desmontar completamente o último calço frontal	00:00:24	x		
D14	Soltar molde	00:00:30	x		
D15	Pega na ponte e transporta o molde	00:01:00	x		
Montagem	M1	Buscar, transportar e acertar novo molde	00:02:00	x	
	M2	Posicionar molde (centrar e aprumar)	00:00:31	x	
	M3	Montar (dar aperto) 2 calços frontais prato fixo	00:01:03	x	
	M4	Abrir prato móvel e fixar haste de extração	00:00:18	x	
	M5	Ajustar mesa móvel e tamanho do molde	00:02:14	x	
	M6	Montar e apertar completamente os 4 calços frontais (prato fixo e móvel)	00:00:50	x	
	M7	Desmontar barra de segurança do molde, desmontar e reposicionar ponte e montar completamente calços traseiros	00:04:08	x	
	M8	Abrir molde	00:00:08	x	
	M9	Ligar hidráulicos, mangueiras de água e fichas elétricas	00:01:04	x	
	M10	Ligar e inspecionar caudalímetros	00:00:27	x	
	M11	Ajustar temperatura do molde	00:00:51	x	
	M12	Montar chaveta na haste de extração e ajustar parâmetros	00:01:00	x	
	M13	Desmontagem e montagem da mão	00:09:58	x	
	M14	Colocar robot na posição de arranque	00:00:16	x	
Afinação	A1	Carregar programa e verificar valores de cotas no programa	00:01:09	x	
	A2	Verificar pontos zero do molde e os movimentos de extração e hidráulicos.	00:01:12	x	
	A3	Ajustar força de fecho	00:01:18	x	
	A4	Ajustar pica gitos	00:01:35	x	
	A5	Colocar matéria-prima na camara	00:01:18	x	
	A6	Purgar máquina, limpar base da máquina e bicos	00:00:59	x	
	A7	Primeira injeção	00:00:14	x	
	A8	Afinar o robot	00:03:43	x	
	A9	Iniciar ciclo automático	00:01:13	x	
	A10	Colocar últimos parâmetros, efetuar a checklist (tabela da qualidade)	00:07:43	x	
Total de tempo despendido (min)			85:18	57:59	27:19

Figura 38 - Listagem das operações e distinção das mesmas em internas e externas



A segunda fase da implementação da ferramenta permitiu aferir que aproximadamente 27 minutos do total de tempo gasto no processo de *setup* corresponde a operações de *setup* interno passíveis de converter em operações de *setup* externo, ou seja, operações que eram realizadas com a máquina parada, mas que podem e devem ser feitas com a máquina ainda em funcionamento, reduzindo o tempo de inatividade. Estas operações são, essencialmente, operações de preparação e transporte, quer do molde a entrar em máquina, como de todos os materiais auxiliares ao processo. Com esta reorganização do processo foi possível reduzir o tempo de *setup* em 32,02 %.

Posteriormente, passou-se para a fase 3, denominada por Shingo (1985), como, racionalização e normalização do *setup* interno e externo.

Nesta, analisou-se cada uma das operações de forma a aperfeiçoar cada uma delas e assim, reduzir o tempo de *setup*. Desta forma, adotaram-se as seguintes hipóteses de melhoria:

- Substituição do carrinho de ferramentas (Capítulo 5.1.1);
- Alteração do Livro de Molde (Capítulo 5.1.2);
- Organização da disposição dos moldes segundo uma matriz (Capítulo 5.2.4);
- Otimização e normalização da Mão de Robot e suporte (Capítulo 5.1.3);
- Elaboração de um *standard* de apoio aos colaboradores para utilização na execução da operação de mudança de moldes (Anexo XI).

Os resultados obtidos com as melhorias acima mencionadas são apresentados no capítulo 6.

A elaboração da checklist/Standard (anexo XI) visa auxiliar o operador na execução das operações antes de iniciar o processo e durante a realização do mesmo, que todos os operadores executem o processo da mesma forma e, simultaneamente evitar que as operações sejam efetuadas de maneira errada ou mesmo que estas sejam esquecidas, promovendo a automatização do processo e minimizando as falhas. Este documento será, também, extremamente útil aquando da introdução e formação de novos operadores, facilitando a aprendizagem do processo.

Numa fase posterior e de forma a controlar o cumprimento do standard, foi criado um documento interno que tem como objetivo “auditar” o processo de mudança de moldes. Assim, torna-se possível aferir se os colaboradores assimilaram com sucesso as instruções definidas. Caso se detetem não conformidades à sequência das operações deve-se criar um plano de formação de forma retificar a situação ao mais rápido possível.



O anexo XII ilustra a auditoria interna realizada a uma mudança de moldes. O resultado foi extremamente positivo uma vez que não se evidenciaram quaisquer não conformidades de maior. Praticamente todo o standard definido foi cumprido, o que revela que os operadores entenderam o que foi definido ao longo da sua formação.

5.1.1 Substituição do carrinho de ferramentas utilizado no processo de *setup*

No seguimento do trabalho SMED foi construído um novo carrinho para as ferramentas de forma a tornar mais intuitivo para os operadores todo o processo de mudança de moldes e assim reduzir o tempo necessário para esse fim.

Em conjunto com os operadores responsáveis pelo processo de troca de referência, elaborou-se uma lista com todo o material necessário para o processo, conforme se observa na Tabela 7 e Tabela 8. Assim, o operador saberá sempre todas as ferramentas que o carrinho contém e poderá confirmar se existe ou não falta de material. Essa verificação deverá ser realizada antes do processo de mudança de moldes a fim de economizar tempo.

Tabela 7 - Lista de Ferramentas necessárias na Desmontagem/Montagem de Moldes

Lista de Ferramentas necessárias na Desmontagem/Montagem de Moldes

Material	Quant.	Material	Quant.
Alicate de grifo	1	Chave Unbrako 17 mm	1
Alicate universal	2	Chave Unbrako 6 mm	2
Argola M12	1	Chave Unbrako 8 mm	1
Aro 10,0 cm - 5,0 cm /8,0 cm - 6,0 cm	1	Escova limpeza	1
Aro 11,0 /10,0 cm	1	Fita métrica	1
Aro 12,0 /11,0 cm	2	Haste batente	1
Aro 12,5 /10,0 cm	2	Hastes G1 Bat	1
Aro 12,5 /11,0 cm	1	Hastes G2 Hai	1
Balde e pá para Matéria prima	1	Hastes G3 Mil e outras	1
Chave boca/Luneta 36/36	1	Maço de cobre	1



Tabela 8 - Lista de Ferramentas necessárias na Desmontagem/Montagem de Moldes (continuação)

Chave bocas 12/13	1	Mangueiras grandes médias pequenas	6
Chave bocas 14/15	1	Martelo	0
Chave bocas 16/17	2	Pano de limpeza	1
Chave bocas 20/22	1	Parafuso para tirar record partido de 10,5 cm	1
Chave bocas 22/24	1	Parafuso para tirar record partido de 4 cm	1
Chave bocas 24/27	1	Parafuso para tirar record partido de 7,5 cm	1
Chave bocas 26/28	1	Record comprido 10 cm 1/4 gás para água	2
Chave cruz	1	Record comprido 15 cm e 1/8 gás para água	2
Chave desapertar abraçadeira 6 mm	1	Record pequeno de 3 cm 1/4 gás para água	3
Chave desapertar abraçadeira 7 mm	2	Record pequeno de 3 cm 1/8 gás para água	3
Chave fendas	2	Rolo fita teflon	2
Chave luneta sem medida para apertar robot	3	Saco verde com vedantes	1
Chave porta das máquinas	1	Spray limpeza de molde borrifador	1
Chave Unbrako 10 mm	2	Tubos	2
Chave Unbrako 12 mm	3	Vareta metálica de latão 50 cm com 10x10	1
Chave Unbrako 14 mm	3		

Após identificar e listar os materiais necessários para o processo procedeu-se ao planeamento da melhor alocação possível, para que o carrinho fosse capaz de armazenar todo o material necessário, de uma maneira organizada. Tornou-se também importante que este fosse fácil de conduzir e assim reduzir o esforço despendido pelos operadores. A Figura 39 ilustra o novo carrinho construído.



Figura 39 - Novo carrinho de ferramentas

Todas as ferramentas armazenadas no carrinho foram marcadas com uma identificação de cor vermelha (a mesma cor do carrinho), a fim de evitar que sejam utilizadas para outras atividades impedindo desta forma que se percam e, ainda, economizando tempo de procura.

Grande parte do material utilizado na construção do carrinho foi reutilizado do carrinho anteriormente utilizado, não sendo, portanto, necessário grande investimento. Os gastos necessários para completar a construção do carrinho podem ser consultados na Tabela 9.

Tabela 9 - Custos construção novo carrinho de ferramentas

Material	Custos
2x Varão roscado M5 1metro	4,38 U.M
50 porcas autoblocantes D5	16,50 U.M
TOTAL	20,88 U.M



5.1.2 Alteração do livro de molde

Complementado o trabalho desenvolvido no processo de troca de referência procedeu-se à remodelação do livro de molde. Como referido anteriormente, cada molde tem associado a si um livro. A remodelação passou pela reorganização da informação já existente no livro usado e introdução de elementos que complementassem essa mesma informação, mas, essencialmente, de elementos fundamentais ao processo de mudança de molde.

A reorganização da informação existente permitiu a redução do espaço ocupado dessa mesma informação, sendo esse mesmo espaço utilizado pela informação introduzida.

Na capa (Figura 40) destaca-se a introdução da posição do molde na matriz (no seguimento do trabalho desenvolvido na organização dos moldes segundo uma matriz definida), permitindo ao operador identificar, rapidamente, o local onde se deve deslocar para recolher ou armazenar o molde.

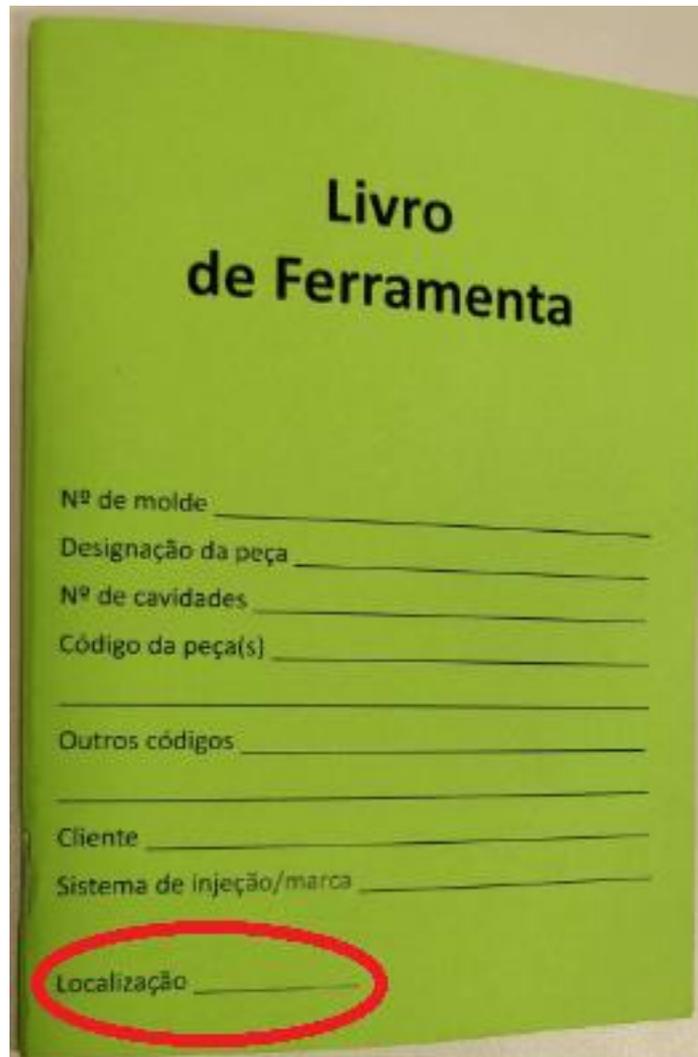


Figura 40 - Capa do novo livro de molde



Posteriormente, foram introduzidas duas tabelas essenciais no processo de monitorização e acompanhamento do estado real do molde (Figura 41). A primeira, Intervenção de reparação/Manutenção permite o acompanhamento e o acesso fácil a uma lista de todas as reparações efetuadas ao molde. Esta descreve o tipo de reparação efetuado, bem como o fornecedor desse mesmo serviço, a data em que ocorreu e qual o custo monetário associado a todo esse processo. A segunda, Materiais de desgaste, permite informar sobre qual a operação executada, em que materiais e qual a frequência.

Intervenção Reparação / Manutenção			
Descrição	Fornecedor	Data	Custo (€)

Materiais de desgaste		
Operação Executada	Frequência	Rúbrica

Figura 41 - Tabelas de registo de intervenções e de materiais de desgaste no novo livro

Finalmente, a última página do livro destaca-se pela introdução de uma “lista”, que contém todos os acessórios associados ao molde, que são necessários no processo de montagem do mesmo. Esta lista complementa o Standard desenvolvido e explicado na secção 5.1.



Esta listagem (Figura 42) contém informações relativas ao diâmetro do anel, da haste de extração, permite aferir rapidamente se este tem canal quente ou não, entre outras informações de vital utilidade. O objetivo principal com esta alteração é a economia de tempo na fase de preparação ao processo de mudança de molde. Pretende-se, de igual forma, que esta lista funcione do género de uma checklist, evitando assim que o operador se esqueça de algum acessório ou que se engane no acessório a utilizar.

Acessórios para a montagem do molde

Anel:

Mão			
Ø Injeção			
Ø Extração			

Haste de Extração: _____ M _____

Canal Quente: S N Zonas: _____

Mangueira: Óleo Água Mov. Hid

Shunts: _____ Entradas: _____ Saídas: _____

Termorregulador: S N

Bico: Raio: _____ Curto Longo Cônico

Acoplamento: _____

Mão de robot: _____

Acessório especial: _____

Observações

DATA _____

Figura 42 - Listagem dos acessórios para a montagem do molde

A Figura 43 ilustra o preenchimento do novo livro para o molde 306.



Livro de Ferramenta

Nº de molde 306
Designação da peça CARCAÇA +
SOPORTE
Nº de cavidade 2 + 2
Código da peça(s) 2400218206B1
24002184406A
Outros códigos 0ISE0024125
Cliente HGI
Sistema de injeção/marca _____
Localização L3

Acessórios para a montagem do molde

Anel:	Máq	<u>10</u>		
	ØInjeção	<u>425</u>		
	ØExtração	<u>425</u>		

Haste de Extração : _____ M 16

Canal Quente: S N Zonas: _____

Mangueira: Óleo Água Mov. Hid

Shunts: 7 Entradas: uma Saídas: uma

Termorregulador: S N

Bico: Raio: _____ Curto Longo Cónico

Acoplamento: _____

Mão de robot: _____

Acessório especial: _____

Observações

Figura 43 - Exemplo do preenchimento do novo livro de molde

5.1.3 Otimização e normalização da mão de robot e respetivo suporte

Conforme analisado e identificado no capítulo 4, a montagem da Mão de Robot era um dos pontos críticos no processo de *setup* (correspondendo a 11,7% do total do tempo de *setup*). Deste modo, simplificou-se o manuseio do produto para assim reduzir o tempo necessário para a desmontagem e montagem da Mão e respetivo suporte, diminuindo, conseqüentemente, os custos associados ao processo.

Assim sendo, projetou-se o equipamento procurando, objetivamente, atingir determinadas metas, ou seja:

- Facilitar o manuseio (orientação) e junção (inserção) dos componentes;
- Projetar o número mínimo de componentes;
- Normalizar a Mão de Robot e suporte para todas as máquinas e produtos;
- Reduzir ao máximo a necessidade de utilizar parafusos;
- Eliminar ajustes.



A Figura 44 ilustra os novos componentes da nova Mão de Robot (1 e 2) e do suporte (3). O Componente identificado com o número 1 estará permanentemente fixo no componente 2, ou seja, passarão a ser apenas um componente (1+2).

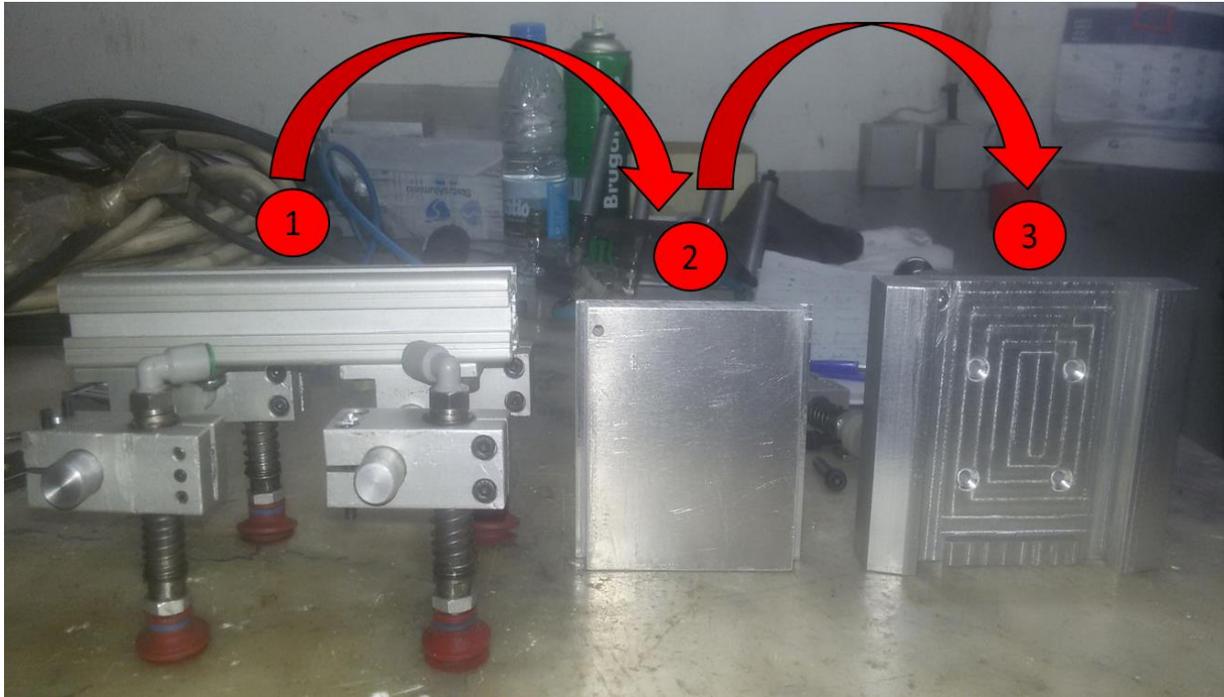


Figura 44 - Componentes da Nova Mão de Robot

O componente 3 estará fixo, com as dimensões standard e repetido em cada uma das máquinas de injeção. Assim o componente 1+2 encaixa rapidamente no componente 3, conforme a Figura 45, sem a necessidade de apertar qualquer parafuso, resumindo-se a fixação ao manuseio do engate rápido identificado na imagem, reduzindo desta forma a complexidade do processo de fixação.

De forma a evitar o erro de orientação do componente 1+2 no componente 3 foi criado um mecanismo Poka-Yoke, ou seja, foi criada uma identificação no canto superior esquerdo do componente 1+2, evitando o erro, uma vez que o engate rápido só fixa se a junção dos dois componentes for feita na orientação correta.

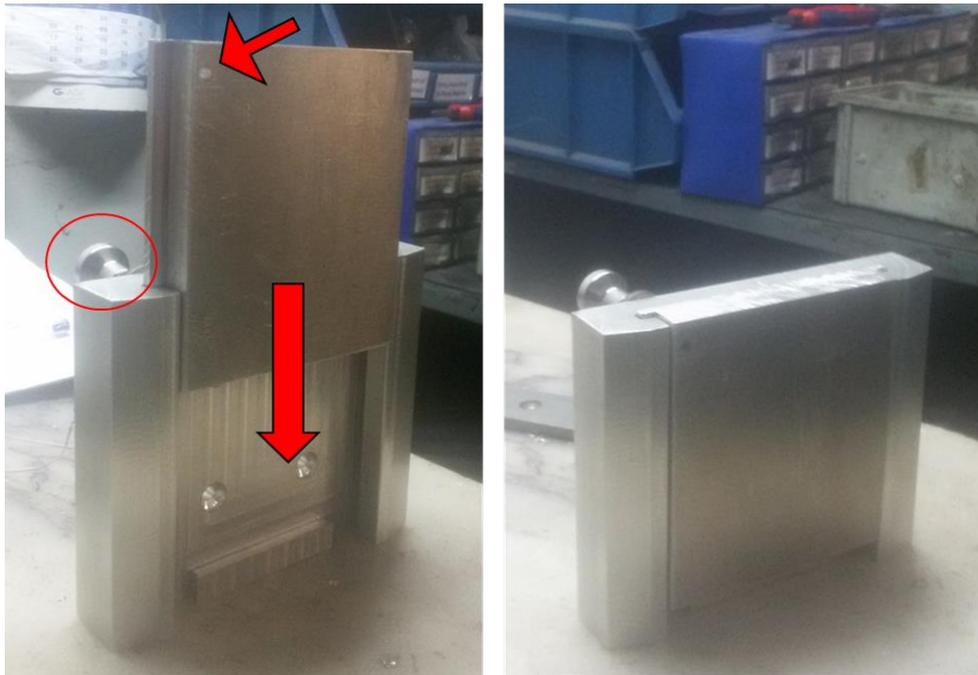


Figura 45 - Ilustração do novo encaixe rápido da Mão no Suporte

A Figura 46 ilustra a nova Mão de Robot e suporte já em produção.



Figura 46 - Nova Mão de Robot em produção

As alterações à Mão e ao suporte permitiram realizar o processo de substituição (desmontagem e montagem) em 32 segundos.



5.2 Aplicação da ferramenta 5S

Procedeu-se à aplicação da ferramenta 5S de forma a combater alguns dos problemas identificados no capítulo 4. Nesta fase, procedeu-se à envolvimento dos colaboradores, sensibilizando-os para os problemas da empresa, promovendo o diálogo e ouvindo as suas ideias e sugestões. Assim, esta harmonia organizacional motivou os colaboradores a sentirem-se parte integrante das atividades de mudança a realizar e assim tornou-se mais fácil criar soluções de forma a manter a área limpa, organizada, identificada e em segurança e assim evitar desperdícios de tempo.

5.2.1 Criação de quadros de ferramentas

Seguindo uma filosofia *Kaizen* e uma cultura de melhoria contínua, recorreu-se à ferramenta 5 S a fim de organizar algumas ferramentas indispensáveis no quotidiano fabril.

Anteriormente, os materiais encontravam-se todos na secção da Manutenção, organizados de forma deficiente, sendo, portanto, mais difícil a sua identificação rápida. As constantes deslocações (Máquinas - Manutenção) obrigavam a um maior desgaste para o operador, bem como um elevado tempo perdido. Identificado do problema, pensou-se numa forma de o combater. A solução passou pela construção de 7 quadros, sendo cada um deles partilhado por 2 máquinas. A Figura 47 ilustra a disposição dos quadros, bem como as cores escolhidas para identificar cada um deles.

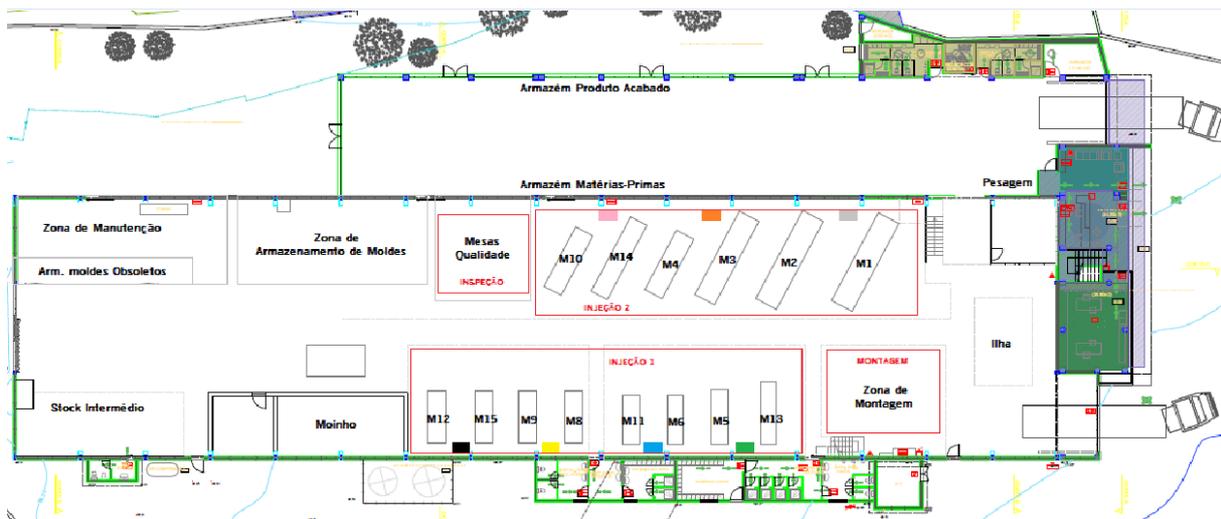


Figura 47 - Disposição dos 7 quadros no chão de fábrica

Para a construção dos quadros, recorreu-se primeiramente a um senso de utilização (Seiri), sendo, portanto, imperativo distinguir o que é útil do que não é. Neste caso, identificaram-se os materiais



indispensáveis e os que são utilizados com maior frequência (Figura 48). De realçar que nesta fase o contributo dos operadores foi essencial, pois são estes que têm contacto direto com o problema identificado. Assim ficou decidido que os materiais necessários a colocar no quadro seriam:

- Vassoura;
- Apanhador;
- Desmoldante;
- Varão de Latão;
- Arame;
- Alicates de corte e alicate universal;
- Martelo;
- Chave de fendas.



Figura 48 - Identificação dos materiais a colocar nos quadros

Ultrapassada esta fase foi necessário pensar de modo a organizar e definir como iriam ficar distribuídos os materiais no quadro (Seiton). Agiu-se de modo a ocupar a menor área possível, limitando assim os recursos necessários (chapa, parafusos, ...) nunca esquecendo a necessidade de uma boa disposição, a fim de permitir uma rápida e intuitiva identificação dos materiais necessários pelos operadores (Figura 49). Foram pintadas sombras de todos os materiais nos quadros para uma melhor identificação no caso de algum material faltar no quadro.

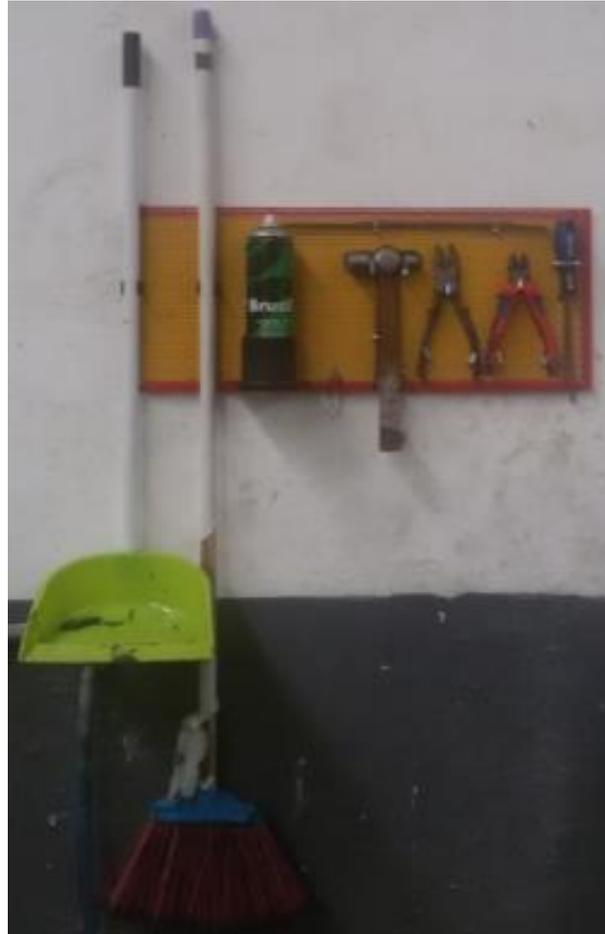


Figura 49 - Distribuição das ferramentas nos quadros

Além de uma clara visibilidade, um dos critérios para a escolha dos locais, para a fixação dos quadros foi a identificação de locais limpos, seguros e de rápidos acessos (Seisou e Seiktsu), facilitando a recolha dos materiais, bem como a preservação do quadro, permitindo uma fácil e rápida atualização de materiais se necessário, seguindo uma cultura de melhoria contínua (Shitsuke).

Por último, definiu-se que cada um dos quadros e as ferramentas a si associadas seriam identificados por uma cor própria (Figura 50), ou seja, por exemplo, no caso do quadro de cor azul, todas as ferramentas constituintes desse mesmo quadro eram circundadas e identificadas com fita-cola azul. Desta forma, pretende-se evitar eventuais trocas de ferramentas entre os quadros e uma maior facilidade de alocação da ferramenta ao quadro respetivo. Também se evita a troca entre as ferramentas destinadas às situações de limpeza e manutenção (quadros) e as ferramentas identificadas de cor vermelha, a serem exclusivamente utilizadas na mudança de moldes (carrinho).

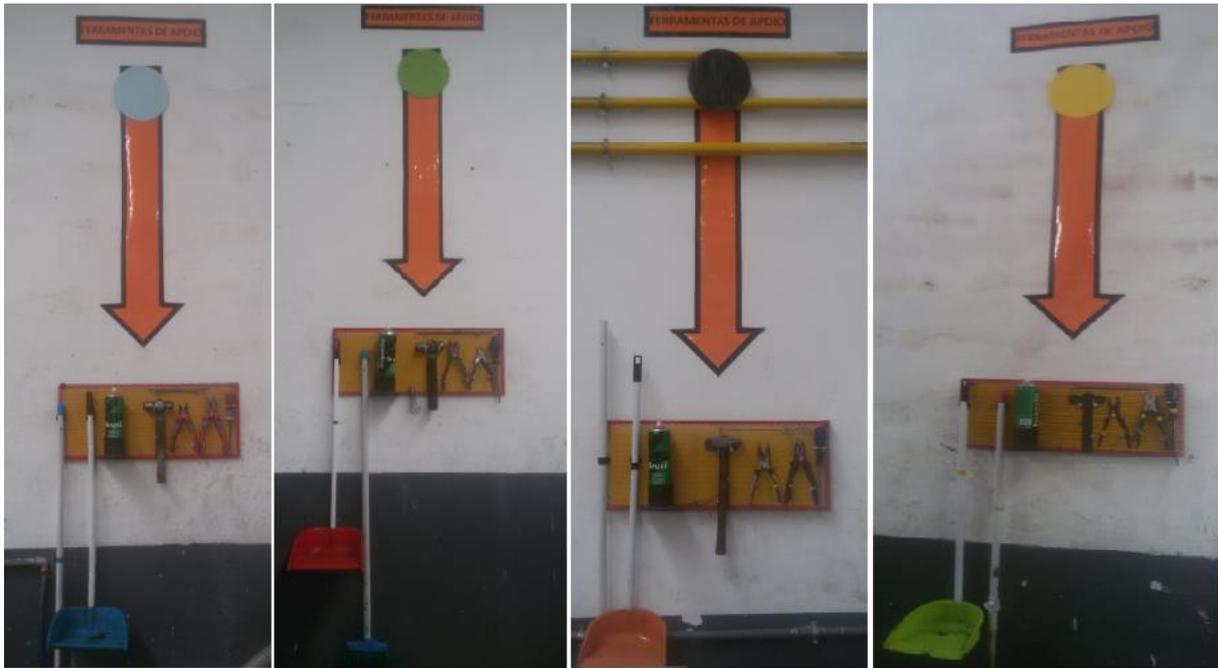


Figura 50 - Exemplos da identificação de cada quadro e respetiva cor associada às ferramentas

Na Figura 51 observa-se a disposição dos quadros na zona de injeção 1. Nesta é possível observar e identificar as estações onde se localizam cada um dos quadros de ferramentas. Desta forma todos os operadores localizam todas as estações independentemente do local da fábrica em que se encontrem.



Figura 51 - Disposição dos quadros na zona de injeção 1

O diagrama de spaghetti (Figura 52) ilustra a deslocação que os operadores têm de efetuar na busca dos materiais para a limpeza da máquina M13.

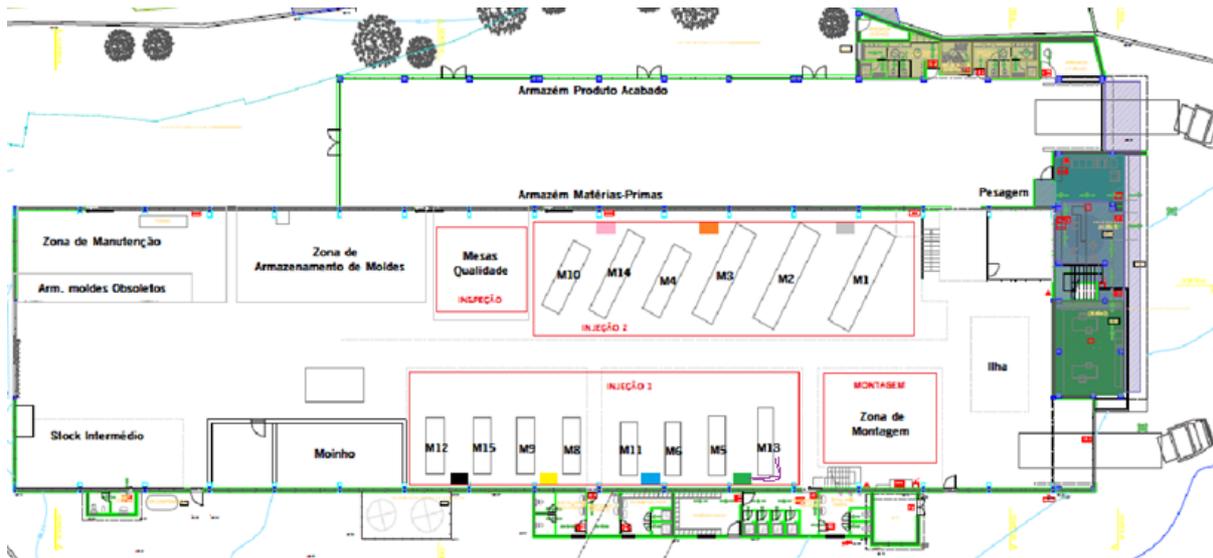


Figura 52 - Diagrama de Spaghetti para a pior situação (M13)

Com a construção destes quadros dispostos a cada duas máquinas, os operadores despendem, em média, apenas 8 segundos na deslocação até ao quadro de ferramentas e percorrem cerca de 6,5 metros.

De realçar que antes de se proceder à aquisição materiais novos, procedeu-se ao levantamento de materiais já existentes na fábrica. Assim, de forma a completar os 7 conjuntos foi necessário adquirir algum equipamento, aos quais se associam custos, conforme se descreve na Tabela 10.

Tabela 10 - Custos construção dos quadros de ferramentas

Material	Custos
2x Varão roscado M5 1metro	13,14 U.M
100 porcas autoblocantes D5	32,99 U.M
14 parafusos cabeça sextabada	1,99 U.M
Balde tinta 4L amarelo	7,99 U.M
3 Spray 's preto acetinado	8,97 U.M
Chapa perfurada 2000x1000 mm	33,75 U.M
5x Alicate universal	10,95 U.M
4x alicate de corte	9,96 UM
5x Martelo de metal	18,45 U.M
6x Chave de fendas	22,14
TOTAL	160,33 U.M



5.2.2 Organização das principais ferramentas de apoio à produção num painel

À semelhança da necessidade que surgiu de organizar os materiais de limpeza e quadros, recorreu-se à ferramenta 5S de forma a organizar os materiais que apoiam a produção e que de certa forma alimentam o a carrinho de ferramentas utilizado no processo de mudança de moldes. Este painel é constituído pelas diferentes hastes de extração (usadas no processo de mudança de moldes), organizadas e separadas em função da máquina em que são utilizadas (Figura 53), por chaves diversas e por anéis, também utilizados no processo de troca de referência e que estão organizados por diâmetros.

A criação deste painel permitiu a organização do material e diminuição do tempo desperdiçado na procura e identificação do material necessário.



Figura 53 - Painel com ferramentas de apoio organizado



Os custos associados à construção deste painel discriminam-se na Tabela 11.

Tabela 11 - Custos construção do painel com as ferramentas

Material	Custos
2x Varão roscado M5 1metro	4,38 U.M
70 porcas autoblocantes D5	24,75 U.M
Chapa perfurada 2000*1000 mm	33,75 U.M
TOTAL	62,88 U.M

5.2.3 Identificação do espaço para a matéria-prima, produto acabado e periféricos

Foram estudadas possíveis alterações ao layout do chão de fábrica, nomeadamente dos componentes secundários (periféricos) junto às máquinas e das paletes de matéria-prima e produto acabado.

O chão de fábrica foi pintado, delineando o espaço próprio para cada componente, facilitando o trabalho dos operadores através de uma gestão visual mais intuitiva e que trará certamente resultados ao nível produtivo. A cor utilizada para os componentes é a amarela, estando as paletes de matéria-prima e de produto acabado circundadas pela cor branca e azul (Figura 54).

Os colaboradores foram formados acerca das mudanças a fim de entenderem as alterações efetuadas. De realçar também que as suas opiniões foram sempre registadas e mostraram-se importantes para uma identificação eficaz dos locais apropriados de cada equipamento.



Figura 54 - Identificação da zona para os periféricos, paletes de MP e de produto acabado.



5.2.4 Organização da disposição dos moldes e introdução na lista de moldes e LIBRA

Como referido no capítulo 4, não existia uma organização eficaz no armazenamento dos moldes o que se traduzia num desperdício de tempo na procura e identificação do molde a entrar em produção. Deste modo, e de forma a combater este problema, organizou-se a disposição dos moldes segundo uma matriz, conforme se observa na Figura 55.

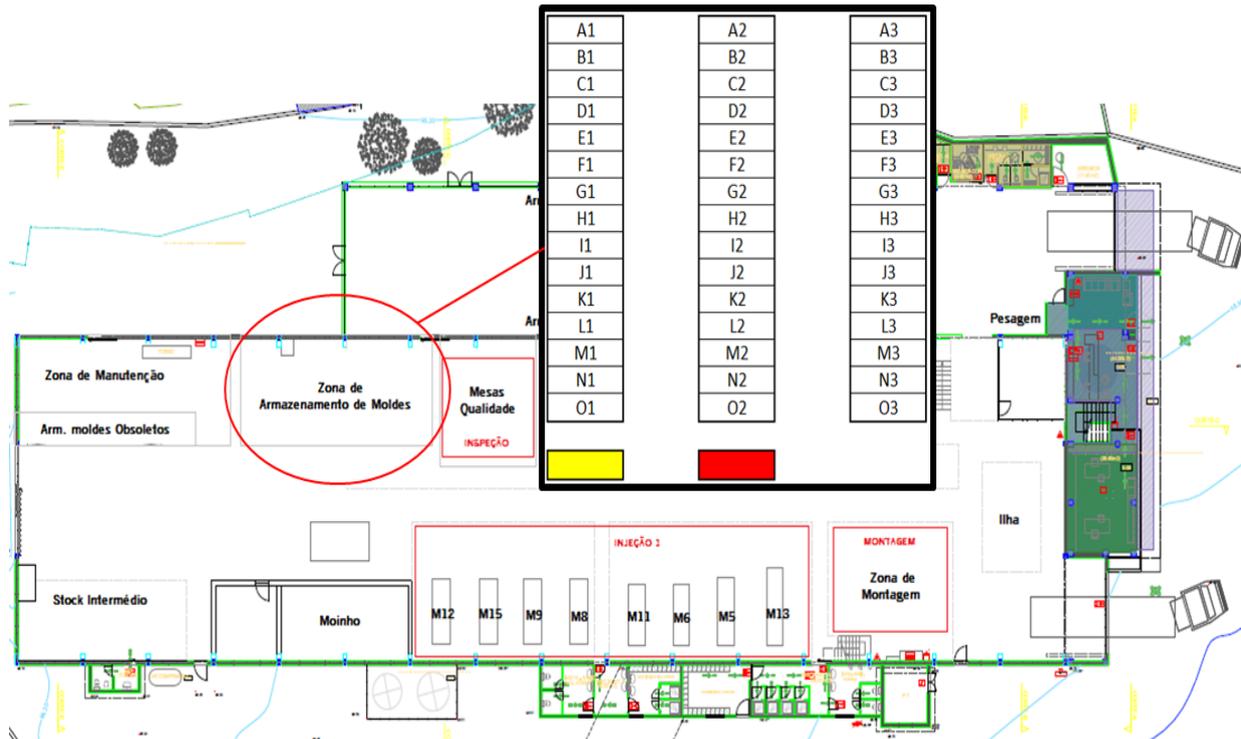


Figura 55 - Organização dos moldes segundo uma matriz

Deste modo é possível ao operador de montagem de moldes encontrar com relativa facilidade o molde a entrar em máquina. Foi também criada uma zona para os moldes com avaria (vermelho) e uma zona para análise de potenciais avarias (amarelo).

A identificação do local do molde na matriz está presente na folha da ordem de fabrico e também no novo livro de molde (Figura 56).



**Livro
de Ferramenta**

Nº de molde 306
Designação da peça CARCAÇA +
SOPORTE
Nº de cavidades 2 + 2
Código da peça(s) 2400218206B1
24002184406A
Outros códigos 0ISE0024125
Cliente HGI
Sistema de injeção/marca _____
Localização L3

Figura 56 - Identificação do local de armazenamento do molde no novo livro de molde

Assim, o operador sabe atempadamente o local que se deve dirigir, poupando tempo na procura do molde. Desta forma, esta organização do armazenamento dos moldes serve de complemento ao trabalho desenvolvido na remodelação do livro de molde.

A Figura 57 ilustra a disposição final dos moldes após a organização destes segundo uma matriz.



Figura 57 - Organização da disposição dos moldes e delimitação da zona de alocação



5.2.5 Alteração do quadro dos principais indicadores de produção

Após observação foi possível aferir algum desgaste e desorganização no quadro que ilustra os indicadores produtivos da empresa. Conforme abordado no capítulo 4, o quadro existente encontrava-se degradado, sendo difícil a observação rápida e eficaz dos indicadores de produção. Faltavam títulos de alguns dos indicadores, sendo mais difícil a sua correta identificação.

Deste modo, e como este quadro é um dos principais meios de comunicação entre o departamento de produção e os restantes colaboradores, bem como, da empresa e algumas entidades, achou-se por bem, restaurar o quadro (Figura 58) de forma a que a organização da informação e das cores a utilizar facilitassem a consulta da informação existente.

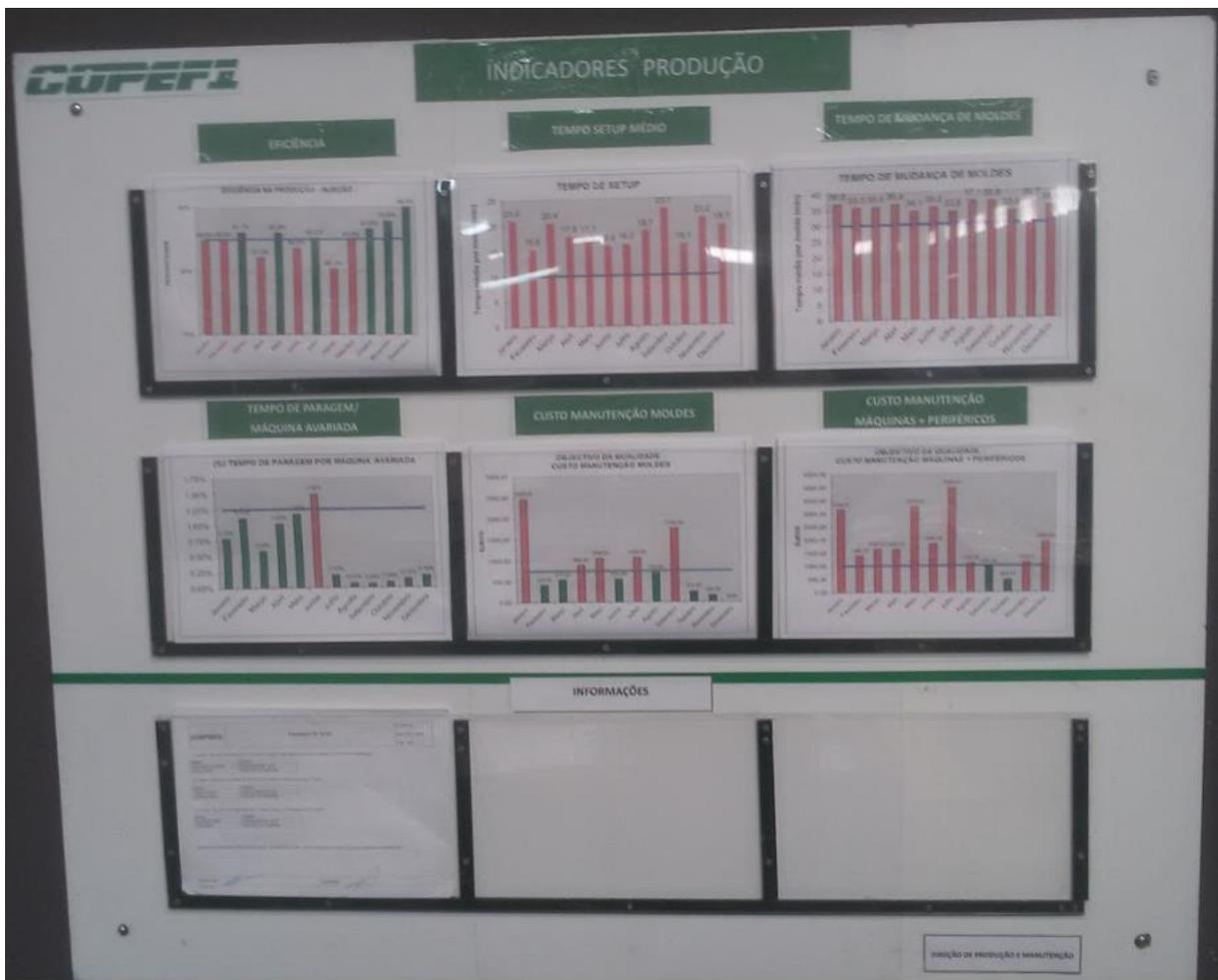


Figura 58 - Remodelação dos Quadros dos indicadores de eficiência



5.3 Criação de uma ferramenta de apoio à produção

No capítulo anterior identificaram-se lacunas ao nível do planeamento da produção que influenciava negativamente a produtividade da empresa. A falta de uma ferramenta que permitisse prever o final da produção em cada uma das máquinas resultava em términos de produção simultâneos e consequentemente em necessidades de processos de *setup* sobrepostos. Deste modo, procedeu-se à construção de uma ferramenta no formato Excel que se mostrou extremamente útil para o planeamento da produção e mudança de moldes.

Um dos principais objetivos na fase de construção da ferramenta centrou-se na simplicidade e na utilização fácil e intuitiva. Assim, este novo ficheiro serve de complemento ao planeamento da produção que é definido semanalmente (todas as sextas-feiras).

Resumidamente, o processo passou a desenvolver-se da seguinte forma:

1. Definição das referências a produzir e respetivas quantidades;
2. Preenchimento, em simultâneo, da ferramenta Excel;
3. Simulação e análise;
4. Alterações ao plano, caso necessário, a fim de se evitarem términos de produções simultâneas.

Assim, a equipa que planeia a produção, enquanto define a alocação das referências a produzir e em que máquinas se realizará a sua produção, introduz as variáveis no ficheiro de forma a simular e acompanhar na escala temporal todo o processo. Com este simulador podem-se ajustar quantidades e respetiva alocação nas máquinas evitando desta forma fins de produção simultâneos, diminuindo o desperdício de tempo, aumentando assim a produtividade da empresa.

De forma a facilitar o uso da ferramenta o utilizador necessita de introduzir apenas duas informações no sistema, o código libra (código de identificação dos produtos no software de gestão utilizado na empresa) e a quantidade necessária do produto. O ficheiro, de forma automática e apenas em função do código ou designação inserido, vai recolher informação à base de dados principal (atualizada diariamente), localizada num computador no Departamento da Qualidade, a fim de extrair a quantidade produzida por hora.

A Figura 59 ilustra o gráfico referente à semana 24 do ano de 2017, após o preenchimento da ferramenta de acordo com o planeamento definido.



Figura 59 - Simulação do planeamento de produção semana 24

Neste gráfico identificam-se duas cores dominantes, a cor azul e vermelha, que correspondem, respetivamente, ao tempo de produção das referências nas máquinas e tempos de paragem (p. e. processos de setup).

No anexo XIII encontra-se todo o trabalho desenvolvido na criação desta ferramenta, desde a introdução dos dados no sistema até à visualização do gráfico.



5.4 Reuniões Kaizen

De forma a monitorizar, acompanhar de forma ativa a evolução do tempo gasto no processo de troca de moldes, optou-se pela criação de reuniões Kaizen. Com a intenção de envolver os vários departamentos da empresa foram convocados para esta reunião, o diretor geral, os responsáveis pela gestão da produção, o diretor dos recursos humanos, a diretora do departamento administrativo e financeiro, o responsável pela logística, e a diretora da fábrica.

Desta forma, recorreu-se ao mesmo ficheiro excel usado na fase de diagnóstico (subcapítulo 4.4.3), utilizando-o agora como uma ferramenta de controlo e monitorização do estado do sistema produtivo.

Assim, nesta reunião de periodicidade mensal eram apresentados os resultados, sob a forma de gráficos, obtidos após o preenchimento contínuo da ferramenta. A Figura 60 e a Figura 61 ilustram exemplos dos resultados apresentados para o mês de Abril.



Figura 60 - Exemplo dos resultados mensais analisados durante as reuniões Kaizen

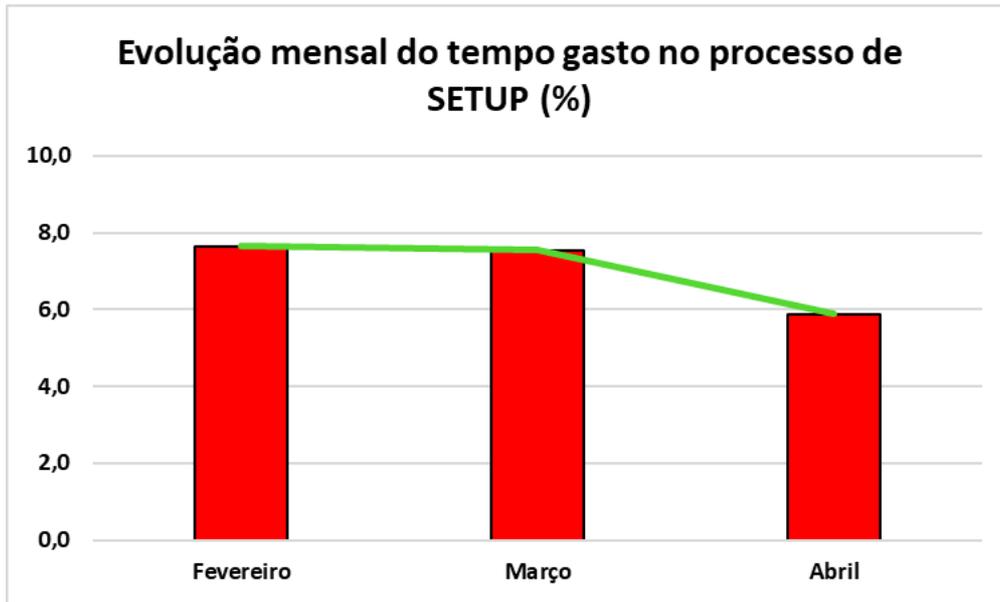


Figura 61 - Gráfico analisado durante as reuniões Kaizen

Assim sendo, em função dos resultados obtidos em cada um dos gráficos eram definidas ações de forma a minimizar o tempo improdutivo, através do preenchimento de um documento PDCA, já existente na empresa, no qual constam as ações a realizar, bem como os responsáveis e o prazo para os resolver. A Figura 62 mostra o preenchimento de um documento PDCA após a realização de uma reunião.

Não Conformidade	Causa Raiz de Base	Ações Correção/Contenção	Ação Correctiva/Preventiva	Resp.	Data Planeada	Data Rev./Fecho	Progresso	Verificação das Acções Eficazes ou Não?	Obs.
Avarias	Rosca gripada	M2 Coluna com rosca gripada	Nova coluna	DMA	W19				mais porca
	fuga de óleo	substituir vedantes do cilindro empilhador a gás	Substituir vedantes	DMA	W20				
	Fuga de água	castelo novo para Torneira dos banheários	Novo castelo	DMA	W19				
Alimentador da M13	Lampadas do pavilhão	Reparar peças partidas	Sem prevenção	DMA	W20				Não temos solução para evitar quedas
		Substituir lampadas		DMA	W19				
Estufas	mau funcionamento	M8 desumidificador (fuga de ar)		DMA	W18				
		M8 desumidificador (fuga de ar)		DMA	W18				
		Alimentador da Vacaria	Comprar motor	DMA	W30	W25			
Acessórios para os moldes	Programa SMED	Executar um teste interno com filmagem		DP João	W16	W18			Vamos fazer Auditoria
		Ver o que falta no carrinho		DP João	W16	W18			
		Mão de robot fazer prototipo		DMA	W22				Comprar torno fixo
robots	mau funcionamento	pica jitos M4 (copo com fuga)		DMA	W20				
		Robot M2	Rolamento Y	DMA	W16	W19			Testar
		Picajitos M13 (pedir curva a Wittamn)		DMA	W20				A ver concorrência
		M5 - garra com fuga de ar		DMA	w19				
		W2		DP	W16				Testar
		Difusor	(gito)		W10				Testar
		Supporte Manipulo	(2 extratores partidos)		W17	w19			Testar

Figura 62 - Exemplo de um documento PDCA preenchido após a realização de uma reunião Kaizen



5.5 Ações tomadas relativamente aos principais motivos de paragem identificados

A análise do gráfico onde se discrimina, objetivamente, o tempo total desperdiçado por cada um dos diferentes códigos de paragem definidos na fase 1 para o mês de Fevereiro (secção 4.4.3), permitiu, entre outras coisas, aferir a importância do tempo desperdiçado de cada um dos códigos na eficiência do processo produtivo da COPEFI.

Como tal, definiram-se estratégias, de forma a combater o tempo desperdiçado por cada um cinco dos códigos que mais contribuíam para o problema identificado, ou seja:

- **Código 22 – Avaria de molde:**
 - Monitorização ativa do estado de cada um dos moldes;
 - Sensibilização dos operadores para a importância do problema identificado;
 - Inclusão e debate do problema nas reuniões kaizen;
 - Introdução dos registos das avarias/ intervenções de reparação e manutenção no novo livro de molde;
 - Análise do estado do molde, a fim de aferir se existe necessidade de intervenções após a sua saída de produção.

- **Código 36 – Ajuste de temperatura;**
 - Pré-aquecimento dos moldes antes da sua introdução na máquina (foi feito um estudo de mercado por parte da secção de manutenção relativamente aos equipamentos existentes no mercado. Contudo a empresa não tinha disponibilidade para investir nesses equipamentos no atual momento). A alternativa passou por sensibilizar os colaboradores para o problema existente, de forma que, recorrendo aos materiais de aquecimento de moldes existentes, colocassem o molde a aquecer o mais atempadamente possível, de forma a perder o menor tempo possível no processo;

- **Código 37 – Falta de afinador**
 - Reforço da equipa de afinadores, através da formação de colaboradores que desempenhavam outras funções e contratação de novos operadores. Durante a realização do projeto foram formados três novos afinadores;



- Utilização da ferramenta de apoio à produção (secção 5.3), de forma a evitar fins de produção simultâneas, reduzindo, desta forma, o nº de mudanças de molde a ocorrer num determinado momento e, por conseguinte, o nº de recursos nesse instante.

- **Código 38 – Paragem por decisão;**

- Reforço (formação e inclusão de novos colaboradores com mais capacidade) da equipa que trabalha no turno noturno;

- Utilização da ferramenta de apoio à produção (secção 5.3), de forma a prever os finais das produções e assim escalonar colaboradores com capacidade para realizar as mudanças de molde durante o turno noturno, caso haja essa necessidade.

- **Código 39 – Falta de operador de montagem/desmontagem de moldes:**

- Reforço da equipa de operadores capazes de desmontar e montar moldes, através da formação de colaboradores que desempenhavam outras funções e contratação de novos de operadores;

- Utilizar a ferramenta de apoio à produção (secção 5.3) de forma a evitar fins de produção simultâneas, reduzindo, desta forma, o nº de mudanças de molde a ocorrer num determinado momento e, por conseguinte, o nº de recursos nesse instante.

Assim, mensalmente os resultados destas ações eram monitorizados nas reuniões Kaizen. Os resultados da tomada das ações individuais na redução do tempo desperdiçado por cada um dos códigos, em conjunto com as restantes propostas de melhoria, é apresentado na secção 6.6.





6. DISCUSSÃO E AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo apresentam-se os resultados que foram obtidos através da implementação das propostas de melhoria apresentadas no capítulo anterior. Assim analisa-se e compara-se o estado inicial com o estado da empresa após a realização do projeto através da quantificação dos dados. Desta forma, é possível destacar os principais benefícios obtidos.

De destacar que praticamente todas as propostas de melhoria apresentadas no capítulo 5 foram implementadas.

6.1 Criação de ferramentas de diagnóstico

A utilização da ferramenta OEE permitiu identificar quais os fatores que influenciavam com maior preponderância a produtividade da COPEFI, bem como comparar o estado atual da empresa com o valor de referência mundial. Além disso, tornou-se vital na centralização e focalização dos trabalhos futuros, sendo peça chave dos resultados obtidos durante este projeto.

O trabalho desenvolvido e explicado na secção 4.4 descreveu mais detalhadamente o estado da COPEFI ao nível da produtividade e a forma como o processo de *setup* influenciava negativamente a empresa, bem como quais os principais motivos de paragem do processo.

A análise de Pareto permitiu identificar com clareza quais os motivos de paragem que influenciavam com maior preponderância o tempo improdutivo verificado. Simultaneamente, com a identificação objetiva dos problemas tornou-se mais fácil definir estratégias futuras para combater esses mesmos problemas.

6.2 Redução do tempo despendido no processo de *setup*

Conforme explicado no capítulo 5, foram elaboradas várias estratégias de forma a reduzir o tempo despendido no processo de troca de referência. De seguida são apresentados os resultados da substituição do carrinho de ferramentas, da alteração do livro de molde e da otimização e normalização da Mão de Robot e respetivo suporte, estratégias definidas no seguimento da aplicação da ferramenta SMED.



6.2.1 Substituição do carrinho de ferramentas utilizado no processo de *setup*

Conforme explicado na secção 5.1.1 procedeu-se à substituição do carrinho de ferramentas utilizado no processo de *setup*. Desta forma reorganizou-se todo o material, bem como a sua disposição do carrinho. Naturalmente, esta alteração influenciou positivamente o processo de *setup*, contribuindo na redução, em particular da operação de preparação, D0- preparar carro de ferramentas. Esta operação demorava cerca de 6 minutos e 30 segundos, passando agora a ter uma duração de 1 minuto e 13 segundos, traduzindo-se numa redução de cerca de 81,2 %, conforme se observa na Tabela 12.

Tabela 12 - Tempo despendido na operação de preparação do carro antes e depois do projeto

	ANTES	DEPOIS	Ganho (%)
Substituição do carrinho (D0- preparar carro de ferramentas) (Tempo)	6 min e 30 seg	1 min e 13 seg	81,2

A Figura 63 ilustra e compara o carrinho anterior com o carrinho desenvolvido durante o projeto.

ANTES



DEPOIS



Figura 63 - Comparação entre o carrinho de ferramentas anterior e o atual



Além da redução do tempo na preparação do carrinho, podem-se destacar outros ganhos, tais como:

- Redução do tempo necessário para identificar as ferramentas a utilizar durante a produção;
- Ferramentas identificadas (fita vermelha) e assim, garantindo o uso exclusivo no processo de *setup*, evitando perdas ou trocas de material.

6.2.2 Alteração do livro de molde

À semelhança do trabalho efetuado na substituição do carro de ferramentas, procedeu-se á remodelação e reorganização do livro de molde. As alterações efetuadas mostraram-se extremamente positivas, diminuindo, consideravelmente o tempo gasto na preparação do molde e dos seus acessórios. Esta alteração teve impacto direto nas operações de preparação D0- preparar acessórios para montagem do molde e D0- preparar molde. A primeira tinha uma duração de 9 minutos e 57 segundos e após a realização do projeto de cerca de 2 minutos e 46 segundos, enquanto a segunda passou de 6 minutos e 22 segundos para 4 minutos e 18 segundos. Os ganhos percentuais podem ser observados na Tabela 13.

Tabela 13 - Tempo despendido nas operações de preparação do molde antes e depois do projeto

	ANTES	DEPOIS	GANHO (%)
Alteração do livro de molde (D0- preparar acessórios para montagem do molde)	9 min e 57 seg	2 min e 46 seg	72,2
(D0- preparar molde)	6 min e 22 seg	4 min e 18 seg	32.5

Além dos ganhos acima mencionados, de realçar que as alterações efetuadas se tornaram extremamente úteis no processo de monitorização e acompanhamento do estado real do molde, além de que todos os colaboradores ficaram satisfeitos com as mudanças realizadas.



6.2.3 Otimização e normalização da mão de robot e respetivo suporte

Com o trabalho desenvolvido na otimização da Mão de Robot apresentado na secção 5.1.3, verifica-se uma redução no tempo necessário para a substituição da mesma durante o processo de *setup*.

O tempo gasto na operação era de 9 minutos e 58 segundos. Com o trabalho desenvolvido o tempo necessário passou a ser de apenas 32 segundos. O número de componentes passou de 3 para 2 e o nº de parafusos manuseados passou de 12 para 0 graças a um mecanismo de encaixe rápido. A replicação para as restantes máquinas permitiu a normalização da operação, diminuindo assim possíveis variações, promovendo a criação de rotinas por parte dos colaboradores.

Na Tabela 14 observa-se o ganho obtido com a otimização da Mão de Robot e do seu suporte.

Tabela 14 - Ganhos com a nova Mão e Suporte

	Antes	Depois	Ganho (%)
Tempo de substituição (min/seg)	9 min e 58 seg	32 seg	94,6
Nº de componentes	3	2	33,3
Nº de parafusos	12	1 (aplique rápido)	91,7



6.2.4 Síntese dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta SMED

A aplicação da ferramenta SMED mostrou-se extremamente eficaz no trabalho desenvolvido na redução do tempo de *setup*. Observaram-se ganhos em cada uma das fases de aplicação da ferramenta, conforme ilustrado na Tabela 15.

Tabela 15 - Síntese dos ganhos obtidos na aplicação da ferramenta SMED

	Antes	Depois	Ganho (%)	
Ganhos com a fase de conversão das operações de <i>setup</i> interno em externo	85 min e 18 seg	57 min e 59 seg	32,0	
Ganhos com a fase de racionalização e normalização das operações	Substituição do carrinho (D0- preparar carro de ferramentas)	6 min e 30 seg	1 min e 13 seg	81,2
	Alteração do livro de molde (D0- preparar acessórios para montagem do molde)	9 min e 57 seg	2 min e 46 seg	72,2
	(D0- preparar molde)	6 min e 22 seg	4 min e 18 seg	32,5
	Organização da disposição dos moldes (Matriz) (D0- Transporte do molde até à injetora)	4 min e 30 seg	2 min e 37 seg	41,8
Otimização Mão de Robot (M13- desmontagem e montagem da Mão)	9 min e 58 seg	32 seg	94,6	
Ganhos Globais	<i>Setup</i> Externo	27 min e 19 seg	10 min e 54 seg	60,1
	<i>Setup</i> Interno	57 min e 59 seg	48 min e 33 seg	16,3
	TEMPO DE <i>SETUP</i>	85 min e 18 seg	48 min e 13 seg	43,5

Além dos ganhos em termos de tempo mencionados na Tabela 15, a criação do standard permitiu:

- Normalizar o processo de *setup*;
- Facilitar a introdução e formação de novos colaboradores.



6.3 Organização do chão de fábrica

Nesta secção serão apresentados os resultados da aplicação da ferramenta 5S no projeto realizado. Far-se-á referência aos quadros de ferramentas que foram construídos, à identificação do espaço no chão de fábrica, à organização das principais ferramentas de apoio à produção num painel, bem como, à organização dos moldes segundo uma matriz e ao restauro do quadro dos principais indicadores de produção.

6.3.1 Criação de quadros de ferramentas

A criação dos quadros de ferramentas, tema abordado na secção 5.2.1, dispostos a cada duas máquinas mostrou-se importante na redução do tempo desperdiçado na procura e identificação dos materiais de limpeza e manutenção das máquinas. Em síntese, podem-se identificar os seguintes ganhos:

- Redução do tempo desperdiçado na procura e identificação dos materiais de limpeza;
- Redução da distância percorrida pelos colaboradores na procura e identificação dos materiais;
- Redução da fadiga dos colaboradores;
- Maior organização do chão de fábrica, com a identificação e definição de espaços próprios (recorrendo à sinalização local de cada um dos quadros através de setas identificativas);
- Eliminação das trocas de ferramentas (entre o material dos diferentes quadros e o material de limpeza e o material do carrinho de ferramentas)

A Tabela 16 compara, para o caso mais crítico, a distância que o operador necessitava de percorrer, 104 metros, demorando para o efeito cerca de 68 segundos, com a distância que esse mesmo operador passa a necessitar de percorrer com a criação dos quadros de ferramentas dispostas a cada duas máquinas (6,5 metros e 8 segundos). Assim observa-se um ganho de 93,8% na distância percorrida e de 88,2% no tempo despendido para a realização da tarefa.

Tabela 16 - Distância e tempo despendido em deslocações antes e depois da criação dos quadros

	Antes	Depois	Ganho (%)
Distância percorrida pelos colaboradores para o pior caso (metros)	104	6,5	93,8
Tempo despendido pelos colaboradores para o pior caso (segundos)	68	8	88,2



6.3.2 Organização das principais ferramentas de apoio à produção num painel

Há semelhança do trabalho desenvolvido na criação dos quadros de ferramentas, a organização das principais de apoio à produção num painel tornou o chão de fábrica mais organizado e facilitou o trabalho dos colaboradores durante a realização das operações de trabalho.

A Figura 64 ilustra a organização das ferramentas antes e depois da realização do projeto.



Figura 64 - Comparação da organização das ferramentas antes e após a realização do projeto

6.3.3 Identificação do espaço para a matéria-prima, produto acabado e periféricos

A identificação do local de cada um dos componentes que constituem o processo de produção da COPEFI, conforme explicado na secção 5.2.3, mostrou-se extremamente útil na gestão visual do espaço produtivo da empresa. A Figura 65 ilustra a comparação do chão de fábrica antes da implementação da ferramenta 5S e após a implementação da ferramenta.



ANTES



DEPOIS



Figura 65 - Chão de fábrica antes e depois da aplicação da ferramenta 5S

Assim, após a implementação da ferramenta, podem-se identificar os seguintes ganhos:

- Eliminação da mistura entre a matéria-prima e o produto acabado;
- Eliminação de material em excesso que constituía um stock desnecessário;
- Organização do chão de fábrica;
- Maior fluidez do processo produtivo, conseqüente da organização do espaço.

6.3.4 Organização da disposição dos moldes e introdução na lista de moldes e LIBRA

A organização dos moldes segundo uma matriz, explicado na secção 5.2.4, foi desenvolvido no seguimento do trabalho desenvolvido na aplicação de duas ferramentas *lean*: SMED e 5S. Assim com este trabalho organizou-se o chão de fábrica, tornando o espaço mais limpo e simultaneamente reduzindo tempos despendidos na procura, identificação e transporte do molde a entrar em máquina. Em consequência dos ganhos atrás mencionados destaca-se também a redução da fadiga dos colaboradores.



A Tabela 17 mostra o tempo que o operador necessitava para realizar a operação de transporte do molde antes da realização do projeto (4 minutos e 30 segundos) e após o trabalho desenvolvido (2 minutos e 37 segundos), correspondendo a uma redução de 41,8% do tempo.

Tabela 17 - Tempo despendido na procura e transporte do molde antes e depois do projeto

	Antes	Depois	Ganho (%)
Organização da disposição dos moldes (Matriz) (Do- Transporte do molde até à injetora)	4 min e 30 seg	2 min e 37 seg	41,8

6.3.5 Restauração do quadro dos principais indicadores de produção

Conforme explicado na secção 4.11, o quadro dos principais indicadores de produção da COPEFI encontrava-se bastante degradado. Desta forma com o trabalho desenvolvido e elucidado na secção 5.2.5, procedeu-se à reorganização do mesmo, provendo uma restauração do quadro através da gestão de cores apelativas à sua consulta. A Figura 66 compara o quadro antes de ser restaurado com o quadro remodelado.

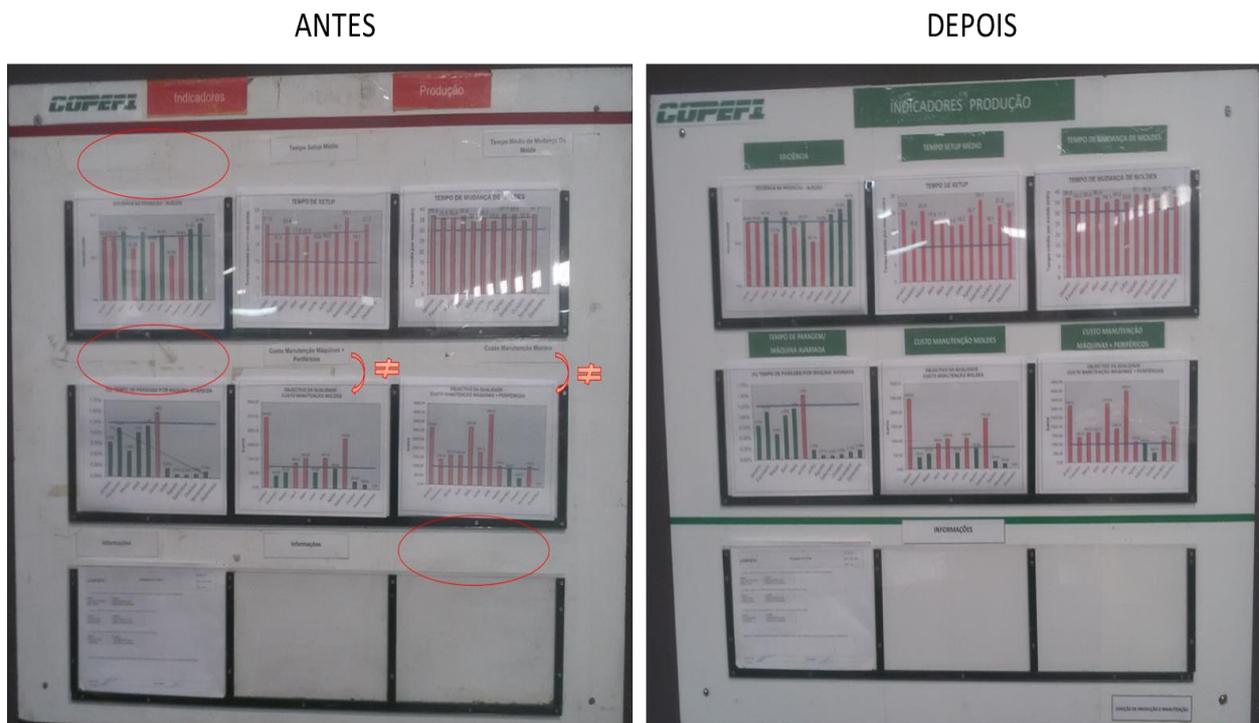


Figura 66 - Quadro dos principais indicadores de produção antes e após restauro



6.4 Reuniões Kaizen

Um passo fundamental para o sucesso do projeto foi a inclusão das reuniões mensais apresentadas na secção 5.4. O envolvimento dos vários departamentos permitiu expor os problemas a toda a organização da empresa, bem como a discussão, em grupo, de possíveis soluções para combater esses mesmos problemas. Através desta metodologia de trabalho monitorizou-se o projeto, avaliando-se simultaneamente, se as estratégias definidas estavam a surtir efeito no objetivo principal do projeto, a redução do tempo de *setup*.

6.4.1 Envolvência dos operadores

A envolvência dos operadores foi um dos maiores ganhos obtidos com a realização deste projeto. Tornar os colaboradores parte integrante do debate dos problemas e da identificação de possíveis soluções permitiu reforçar a união na organização da empresa, contribuindo de igual forma, para o sucesso das propostas apresentadas que, muito provavelmente, sem esta aproximação seriam refutadas, dificultando a sua implementação.

6.4.2 Formação dos trabalhadores

A realização deste projeto mostrou-se importante para a empresa e para os seus colaboradores para o momento presente, mas essencialmente, para o seu futuro. As formações realizadas junto dos colaboradores (anexo VI e IX), além de sensibilizarem os colaboradores para a importância do projeto, permitiram que estes adquirissem noções de conceitos inerentes à filosofia *lean*, desconhecida para muitos deles até à data, tornando-os também mais autónomos nas operações que têm de realizar.

6.5 Ganhos com a aplicação da ferramenta de apoio à produção

O trabalho desenvolvido na criação da ferramenta de apoio à produção, explicado na secção 5.3 e anexo XIII, complementa o trabalho desenvolvido na aplicação da ferramenta SMED e será muito importante para COPEFI, não apenas no momento presente, mas a médio e longo prazo. Assim, com a criação desta ferramenta tornou-se possível:

- Planear a produção de uma forma visual e dinâmica;
- Prever, acompanhar as produções e ajustar possíveis alterações em tempo real;
- Monitorizar o processo produtivo e reagir de uma forma mais eficaz a eventuais problemas;



- Reduzir o tempo improdutivo resultante de falhas ao nível do planeamento da produção;
- Eliminar términos de produção simultâneos (um dos fatores que influenciava o elevado tempo de *setup*);
- Prever e eliminar os finais de produção em períodos de troca de turnos;
- Gerir, alocar e escalonar de forma mais eficaz os recursos (ponte, operadores) utilizados nos processos de *setup*.

6.6 Monitorização do sistema produtivo e resultados finais

Com a criação de ferramentas e métodos de monitorização, tornou-se possível acompanhar ativamente o processo produtivo da COPEFI e avaliar realmente de que forma as alterações influenciavam os resultados mensais ao nível do dispêndio de tempo no processo de *setup*. Assim, conforme explicado na secção 5.4, esses mesmos resultados eram apresentados sob a forma de 4 gráficos dinâmicos. As figuras 70, 71, 72 e 73 ilustram a evolução mensal de cada um dos gráficos, desde o mês imediatamente anterior à implementação das propostas de melhoria, o mês de Fevereiro, até ao mês de término do projeto, o final do mês de Maio.

A Figura 67 mostra a evolução mensal do processo de *setup* no que diz respeito à divisão do seu tempo total, ou seja, a fração de tempo em que realmente estão a ser realizadas as operações de desmontagem, montagem e afinação do molde e, por outro lado, a fração de tempo que é puramente desperdiçado em esperas. Assim, por observação dos gráficos conclui-se que, no mês de Fevereiro, da totalidade do tempo de *setup* verificado, 70,3 % desse tempo foi perdido em esperas, sendo que, apenas 29,7% do tempo era realmente utilizado para desmontar, montar e afinar o molde. Por outro lado, observa-se, claramente e de mês para mês, uma tendência positiva no aumento da fração dos tempos de cor verde e uma redução da fração dos tempos puramente desperdiçados em esperas (cor vermelha). Desta forma, em Maio observa-se que a fração de tempo a realizar efetivamente atividades de *setup* passou a ser 52,6% da totalidade do tempo de *setup*, passando o tempo de esperas a ser de 47,4%, traduzindo-se assim numa redução de 32,6% relativamente ao mês de Fevereiro.

A Tabela 18 compara a eficiência do processo de *setup* antes e após a realização do projeto.

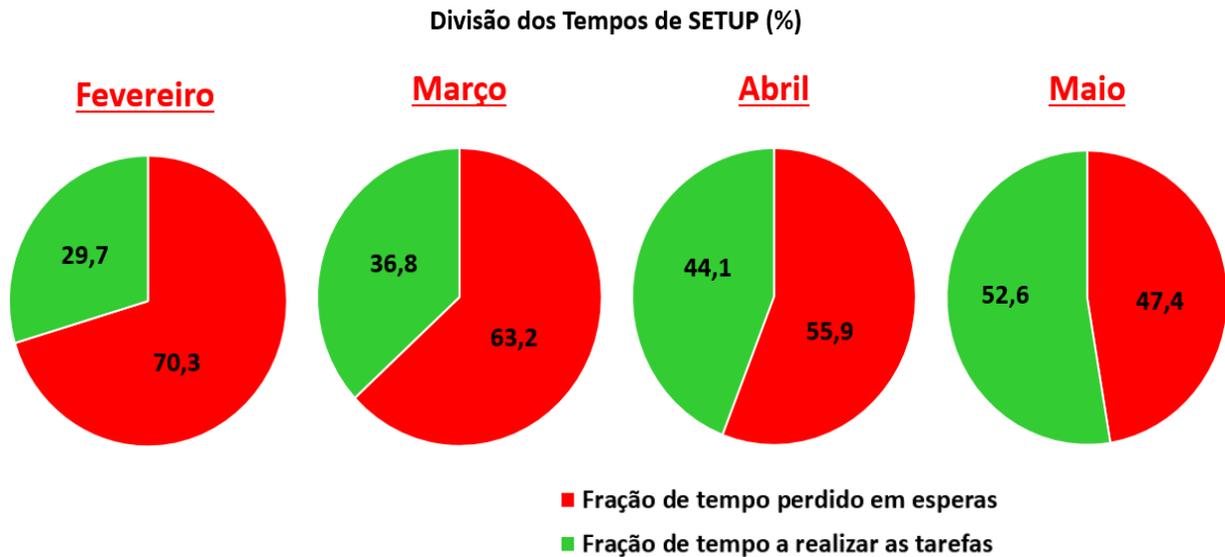


Figura 67 - Evolução mensal das frações que constituem o processo de setup

Tabela 18 - Divisão do tempo total de setup antes e depois do projeto

	Antes (Fevereiro)	Depois (Maio)	Ganho (%)
Fração de tempo perdido em esperas (%)	70,3	47,4	32,6
Fração de tempo a realizar tarefas (%)	29,7	52,6	77,1

Relativamente ao tempo desperdiçado por cada um dos principais motivos de paragem, observa-se, claramente na Figura 68 um decréscimo do tempo de cada um dos códigos. O somatório do tempo desperdiçado pelos 5 principais motivos de paragem no mês de Fevereiro era de 304 horas, enquanto no mês de Maio, os 5 códigos que mais contribuíam para o tempo de desperdício do processo de *setup* apresentam um somatório de 144,9 horas, traduzindo-se numa redução de cerca de 52,3 %.

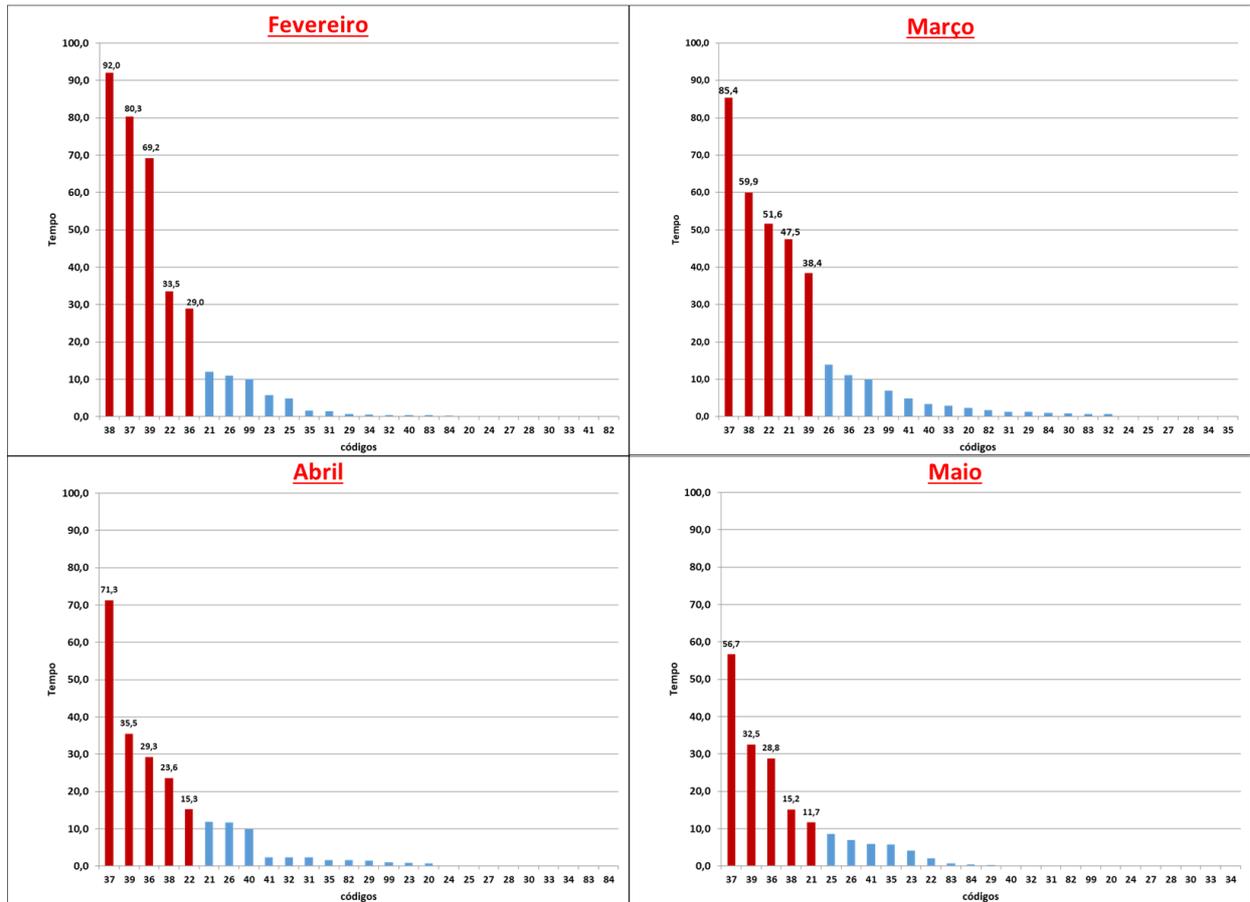


Figura 68 - Evolução mensal do tempo desperdiçado por código de paragem

A Tabela 19 compara o tempo de cada um dos 5 principais motivos de paragem identificados no mês de Fevereiro com o tempo de cada um deles no mês de Maio, ou seja, de que forma o projeto e as propostas de melhoria e ações explicadas no capítulo 5, com especial importância às ações individuais abordadas na secção 5.5, influenciaram de forma extremamente positiva o tempo improdutivo de que cada um dos códigos era responsável.

Tabela 19 - Impacto das propostas de melhoria no tempo desperdiçado por cada código

Motivo de Paragem	Antes (horas) (Fevereiro)	Depois (horas) (Maio)	Ganho (%)
38 – Paragem por decisão	92	15,2	83,5
37 – Falta de afinador	80,3	56,7	29,4
39 – Falta de operador de montagem/desmontagem de moldes	69,2	32,5	53,0
22 – Avaria de molde	33,5	2,1	93,7
36 - Ajuste de temperatura	29,0	28,8	0,7



Assim, a Tabela 19 ilustra, claramente, a redução drástica do tempo de paragem em praticamente todos os códigos que em Fevereiro mais influenciavam o elevado tempo desperdiçado no processo de *setup*. A redução foi de tal forma acentuada, que o código 22 – avaria de molde deixou de ser constar no top-5 dos principais motivos de desperdício de tempo, sofrendo uma redução de 93,7 %. É também visível, que o código 36 – ajuste de temperatura não sofreu uma redução acentuada, mantendo-se até próximo do valor constatado no início do estudo. Tal deve-se à não implementação da proposta de melhoria identificada na secção 5.5, uma vez que requer algum investimento da parte da COPEFI, não estando a organização disponível para o realizar de momento.

De seguida, pode-se observar (Figura 69), sob a forma gráfica a evolução mensal das três máquinas, identificadas como as mais críticas no mês de Fevereiro (máquina M1, M9 e M14). Observa-se, também, de que forma evoluiu o somatório dos tempos de *setup* dessas mesmas três máquinas.

Assim, o tempo do somatório destas três máquinas no mês de Fevereiro era de 288,1 horas, passando a ser cerca de 134,7 horas no final do mês de Maio, traduzindo-se assim, numa redução do tempo despendido no processo de troca de referência em 53,2%.

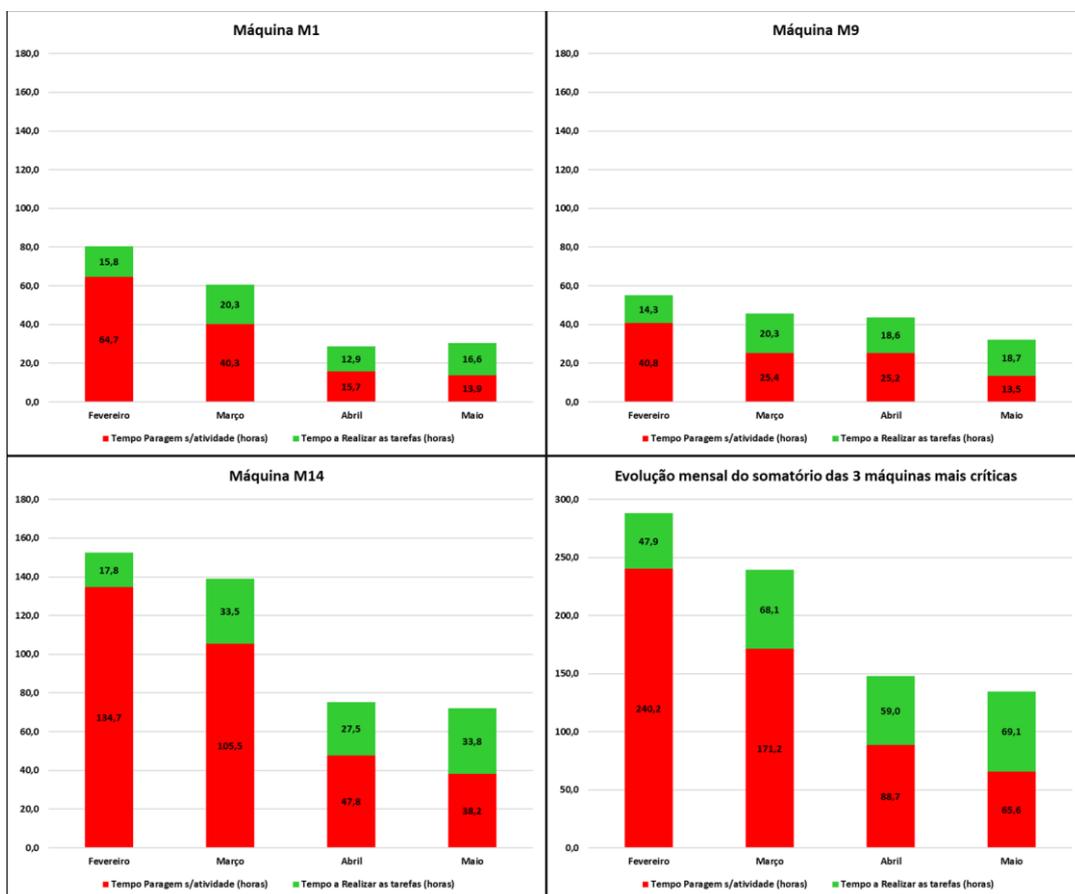


Figura 69 - Evolução mensal do tempo de *setup* das máquinas mais críticas e do seu somatório



Na Tabela 20 compara-se, percentualmente, cada uma das três máquinas ao nível do tempo de *setup* verificado antes e após a realização do projeto.

Tabela 20 - Tempo de setup das três máquinas mais críticas antes e depois do projeto

	Antes (Fevereiro) (horas)	Depois (Maio) (horas)	Ganho (%)
Máquina M1	80,5	30,5	62,1
Máquina M9	55,1	32,2	41,6
Máquina M14	152,5	72	52,8

No anexo XIV pode-se observar a evolução mensal das variáveis em estudo para as 13 máquinas utilizadas no processo produtivo da COPEFI.

Posteriormente, no anexo XV, ilustra-se a evolução dos tempos desperdiçados no processo de *setup*, entre cada uma das suas fases, ou seja, entre o fim da produção anterior e início da desmontagem (1), entre a desmontagem do molde anterior e a montagem do molde a entrar em máquina (2), entre o final da montagem do molde e o início da afinação do molde (3) e, finalmente, entre o final da afinação e a primeira peça boa (4). A Tabela 21 compara o tempo desperdiçado em cada um dos intervalos do processo de *setup* antes e após a realização do projeto.

Tabela 21 – Impacto do projeto na redução do tempo desperdiçado entre as fases do processo

	Antes (Fevereiro) (horas)	Depois (Maio) (horas)	Ganho (%)
Fase 1	116	34,4	70,3
Fase 2	36,8	12,2	66,8
Fase 3	175,3	122,4	30,2
Fase 4	25,7	11,7	54,5

Assim, observa-se, que o tempo desperdiçado na fase 3, o período entre o final da montagem do molde e o início da afinação, apesar de ter diminuído significativamente, ainda é passível de oportunidades de melhoria. Tal é possível, uma vez que nesta fase se concentra grande parte dos tempos identificados pelos códigos 37- Falta de afinador (responsável por 56,7 horas de tempo desperdiçado no mês de Maio)



e 36- Ajuste de temperatura (responsável por 28,8 horas de tempo desperdiçado no mês de Maio). Desta forma, com o reforço da equipa ao nível de afinadores, com a formação de novos colaboradores e com a implementação da proposta de melhoria, explicada na secção 5.5, para o problema codificado pelo nº 36, o tempo de 122,4 horas reduzirá consideravelmente.

6.6.1 Impacto do projeto no tempo improdutivo mensal

Nesta subsecção, pode-se aferir o impacto que o projeto teve na diminuição do tempo improdutivo provocado pelo tempo desperdiçado no processo de *setup*. No anexo XVI, pode-se consultar a influência percentual do tempo de *setup* verificado, em cada um dos meses analisados, em função do tempo total disponível de cada um desses meses.

Assim, a Figura 70 ilustra, graficamente, a diminuição, em percentagem, do tempo despendido no processo de troca de referência. Desta forma, observa-se que no mês de Fevereiro, 7.6% da totalidade do tempo disponível foi despendido exclusivamente no processo de *setup*, enquanto no final do projeto essa percentagem passou a ser de 4,7%, traduzindo-se assim, numa redução de 38,2% (Tabela 22 - Percentagem de tempo mensal gasto em setups antes e após (Tabela 22).

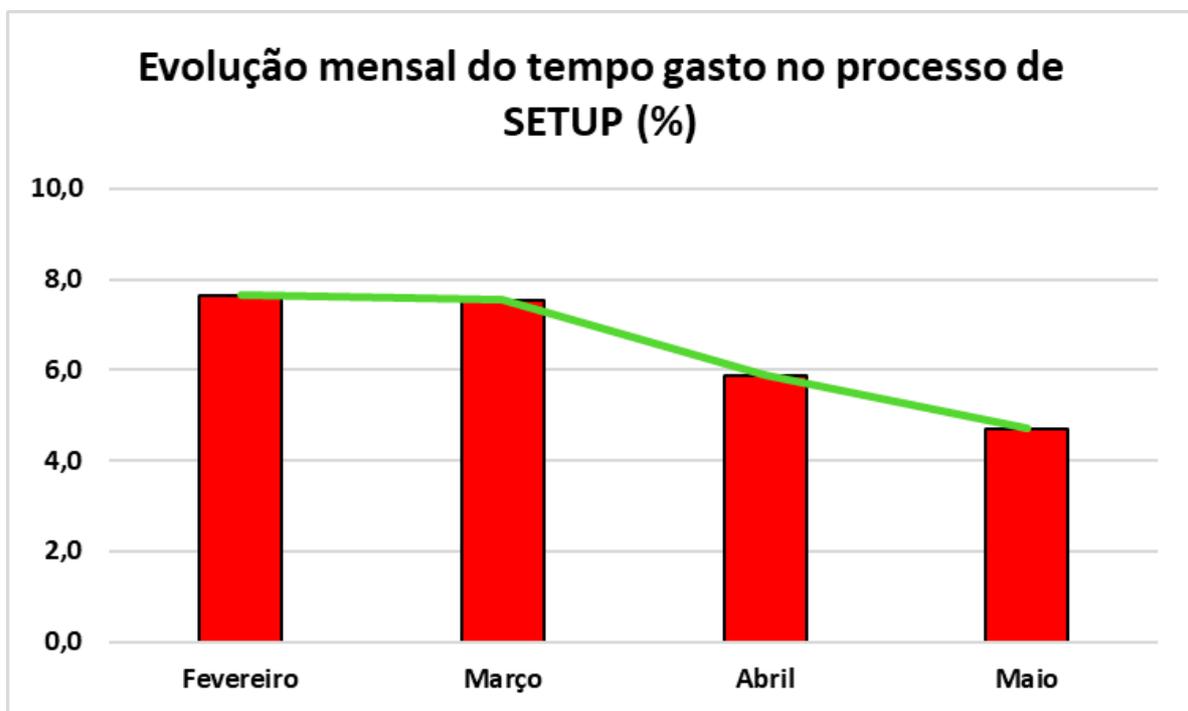


Figura 70 - Evolução mensal do tempo gasto no processo de setup (%)



Tabela 22 - Percentagem de tempo mensal gasto em setups antes e após o trabalho realizado

	Antes (Fevereiro)	Depois (Maio)	Ganho (%)
% Tempo mensal gasto no processo de <i>setup</i>	7,6	4,7	38,2

Desta forma, esta redução permite que períodos de tempo que eram anteriormente desperdiçados possam agora ser utilizados para produção, o que naturalmente aumenta a produtividade e eficiência do processo produtivo da COPEFI, e por consequência, a sua rentabilidade em termos monetários. Assim tornou-se possível produzir, no mês de Maio, mais 2,9% de tempo, em comparação com o mês de Fevereiro. Este aumento de 2,9% do tempo disponível traduz-se num aumento aproximado de 192 horas mensais disponíveis para produção.

Por razões de confidencialidade e sigilo profissional a empresa não facultou quaisquer dados de cariz financeiro, o que impossibilitou a conversão dos ganhos obtidos em ganhos monetários.





7. CONCLUSÃO

Este capítulo expõe as principais conclusões do projeto desenvolvido na presente dissertação de mestrado. Além disso, apresentam-se algumas sugestões de trabalho futuro.

7.1 Considerações finais

O desenvolvimento do presente projeto teve como objetivo geral melhorar o processo produtivo da COPEFI, principalmente, ao nível da otimização do processo de *setup* e das operações que auxiliam esse mesmo processo.

Assim, foram aplicadas ferramentas *lean*, de forma a diagnosticar, objetivamente o problema. Desta forma, procedeu-se ao cálculo do OEE, resultando o valor de 67,6%, portando, abaixo do valor de referência mundial (85%). A análise do cálculo do indicador permitiu concluir que o fator disponibilidade (81,4%), era o que mais influenciava, e, contribuía, para a quebra de produtividade do processo produtivo da COPEFI. Em função do resultado obtido, tornou-se importante analisar com maior detalhe esse fator e todas a variáveis que pudessem contribuir para esse mesmo resultado. Desta forma, procedeu-se à análise detalhada do processo de *setup*. Desta análise, constatou-se que, o processo de troca de referência não era eficiente, uma vez que as operações de desmontagem, montagem e afinação não estavam otimizadas e, principalmente, existiam elevados períodos de tempo desperdiçado entre essas fases.

O estudo, minucioso, realizado na fase inicial do projeto, mostrou-se extremamente, importante para o sucesso do projeto, uma vez que, além de permitir identificar claramente os problemas, permitiu a focalização e definição dos trabalhos a realizar no futuro.

Com isto, foi possível selecionar as ferramentas e propostas de melhoria, sempre assentes numa filosofia *lean*, mais adequadas para combater cada um dos problemas identificados. Assim, procedeu-se à aplicação de ferramentas como o SMED, 5S e normalização do trabalho, entre outras.

Através da aplicação da ferramenta SMED tornou-se possível reduzir o tempo de *setup* total de 85 minutos e 18 segundos para 48 minutos e 13 segundos, traduzindo-se numa redução de 43,5%. Dentro dos trabalhos desenvolvidos durante esta fase do processo destacam-se os ganhos obtidos com a conversão das operações de *setup* interno em *setup* externo, o que, por si só, se traduziu numa redução de 32% do tempo face ao tempo total de *setup* inicialmente observado.



Posteriormente, durante a fase de racionalização, normalização e análise das operações procedeu-se à criação de várias melhorias, tais como, a substituição do carrinho de apoio ao processo de *setup*, que contribuiu para a redução do tempo necessário para preparar esse mesmo carrinho em 81,2%. Por sua vez, a alteração do livro de molde permitiu a redução dos tempos gasto na preparação dos moldes e dos seus acessórios em 72,2% e 32,5%, respetivamente.

Com o trabalho desenvolvido na otimização da Mão de Robot reduziu-se o número de componentes em 33%, o número de parafusos passou de 12 para apenas 1 parafuso de aplique rápido, traduzindo-se numa redução de 91,7%, e finalmente, o tempo gasto na substituição da Mão reduziu em 94,6%, passando de 9 minutos e 58 segundos para 32 segundos. A implementação das propostas de melhoria permitiu a redução do tempo de *setup* externo em 60,1% e do tempo de *setup* interno em 16,1%.

A criação da ferramenta de apoio à produção, mostrou-se um dos trabalhos de maior destaque ao longo da realização deste projeto, uma vez que, além de complementar o trabalho desenvolvido na aplicação da ferramenta SMED, tornou-se numa ferramenta de apoio ao planeamento da produção. Assim, tornou-se possível planear, monitorizar, gerir e alocar recursos, de uma forma visual e dinâmica. Tornou viável evitar fins de produção simultâneos, evitando desta forma desperdícios de tempo resultantes da possível escassez de recursos para mudar dois ou mais moldes paralelamente, influenciando e contribuindo, diretamente para a redução do tempo desperdiçado pelos motivos de paragem codificados pelos números 37 (Falta de afinador), 38 (Paragem por decisão) e 39 (Falta de operador de montagem/desmontagem de moldes).

Paralelamente, foram aplicadas estratégias e ferramentas, tais como a gestão visual e 5S, com o intuito de organizar o chão de fábrica da empresa.

Neste seguimento, organizaram-se as principais ferramentas de apoio à produção num painel, procedeu-se ao restauro do quadro dos principais indicadores de produção num painel e identificou-se o espaço para a matéria-prima, produto acabado e periféricos de produção, trabalho fulcral na gestão visual do espaço produtivo da empresa, eliminando, a mistura entre a matéria-prima e o produto acabado.

A criação de quadros de ferramentas a cada duas máquinas, além de organizar o chão de fábrica, reduziu o tempo desperdiçado na procura e identificação dos materiais de limpeza em 88,2%, além de eliminar as trocas de ferramentas e diminuir a fadiga dos operadores, conseqüente, da redução de 93,8% na distância percorrida pelos colaboradores na procura e identificação dos materiais.



A organização da disposição dos moldes segundo uma matriz, além de tornar o local de armazenagem dos moldes mais limpo e organizado, permitiu reduzir tempo na procura/ identificação e transporte do molde até à injetora em 41,8%, contribuindo, desta forma, para a redução do tempo de *setup* externo.

Através da introdução das reuniões Kaizen, tornou-se possível envolver os vários departamentos da empresa, monitorizar o processo, expor os problemas e discutir, em grupo, possíveis soluções para resolver esses mesmos problemas de uma forma mais rápida e eficaz.

Assim, envolver toda a organização da COPEFI e os operadores na discussão das soluções para os problemas identificados, tornou-se num dos maiores resultados do projeto. Sem o seu envolvimento, o sucesso atingido com este projeto não seria de todo possível.

A formação dos trabalhadores em conceitos *lean*, tornou os operadores mais autónomos na realização das suas operações, bem como, na possível aplicação de conceitos e propostas de melhoria, facilitando a implementação de alterações futuras.

Após contabilizar os ganhos obtidos, conclui-se que os tempos desperdiçados com influência direta dos principais motivos de paragem reduziram, com particular destaque para a redução do tempo dos códigos 38, 22, 39 e 39 em 83,5%, 93,7%, 53% e 29,4%, respetivamente. Também o tempo desperdiçado ao nível das máquinas reduziu. Assim, destaca-se as reduções de tempo nas três máquinas que mais contribuíam para o problema identificado antes da realização do projeto, ou seja, as máquinas M1, M9 e M14, obtendo assim ganhos de 62,1%, 41,6% e 52,8%, respetivamente.

Por fim, podemos concluir, em termos gerais, que a realização deste projeto de dissertação permitiu à COPEFI diminuir o tempo total de *setup* em 38,2%, uma vez que a fração de tempo mensal gasto em *setups* passou dos 7,6%, contabilizados no mês de Fevereiro, para os 4,7% no final do mês de Maio. Desta forma, esta redução permite que períodos de tempo que eram anteriormente desperdiçados possam agora ser utilizados para acrescentar valor ao processo, com a produção de mais peças, aumentando assim o tempo possível para produção em 2,9% (traduz-se num aumento aproximado de 192 horas mensais disponíveis para produção).

Relativamente aos custos que foram despendidos durante a realização do projeto, estes totalizaram 244,09 U.M. Seguindo conceitos Kaizen, tornou-se possível reaproveitar material já existente na fábrica, sendo o investimento necessário, muito reduzido.

Em termos pessoais, a realização deste projeto tornou possível adquirir a capacidade de analisar um sistema produtivo em ambiente real, identificar problemas e, posteriormente, propor e implementar



propostas de melhoria. Paralelamente a isso foi extremamente importante no desenvolvimento de competências ao nível da gestão de recursos humanos.

7.2 Trabalho futuro

No futuro, e de forma a dar seguimento aos resultados obtidos através da realização deste projeto, os esforços devem focar-se em dois objetivos: na estabilização do trabalho desenvolvido e na procura contínua de melhoria dos processos da empresa.

Desta forma, e de modo a estabilizar o processo deve-se proceder ao uso, contínuo, das ferramentas de monitorização criadas, para assim controlar e analisar a sua evolução e reagir de forma ativa e rápida a eventuais problemas.

Paralelamente, devem ser feitas melhorias ao nível do processo de *setup*, com o intuito de o otimizar, uma vez que, apesar do trabalho desenvolvido ter permitido obter reduções drásticas ao nível do tempo desperdiçado neste processo, ainda existem oportunidades de melhoria. A aplicação da proposta de melhoria ao nível da aquisição de equipamentos que permitam aquecer o molde antes de este entrar em máquina, explicada na secção 5.5 permitirá reduzir ainda mais o tempo desperdiçado.

Outra das propostas que a empresa deverá analisar no futuro será a uniformização dos parafusos de aperto dos calços, a uniformização das hastes de extração, bem como o investimento numa chave de aperto dinamométrica. Estas alterações, permitirão a redução do tempo das operações de montagem e desmontagem do molde e, conseqüentemente, a redução do tempo de *setup*.

De forma a melhorar o sistema de gestão da informação a fim de ter constantemente a informação atualizada e disponível a todos deve-se estudar a possibilidade de adquirir monitores para o chão de fábrica. Esta ferramenta servirá como meio de comunicação entre o departamento de produção e os colaboradores e complementar o trabalho desenvolvido na criação da ferramenta excel de apoio à produção, explicada na secção 5.3. Assim após o preenchimento na ferramenta do planeamento semanal, o gráfico dinâmico apresentado nos monitores permitirá aos operadores controlar o seu trabalho, aferir, em tempo real e de forma visual, qual o planeamento para o seu dia de trabalho e corrigir mais rapidamente eventuais atrasos ou alterações que sejam feitas ao planeamento inicial.

Por fim, a formação aos operadores deve ser continuada, de forma a torná-los mais polivalentes para que, no futuro grande parte da equipa seja capaz de substituir um molde.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, F. (2003). *Lean Manufacturing Tools and Techniques in Process Industry With a Focus on Steel*. (Doctor of Philosophy). *University of Pittsburgh*.
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 223-236.
- Acharya, T. (2011). Material handling and process improvement using Lean Manufacturing principles. *Int. J. Ind. Eng.-Theory Appl. Pract.*, 357-368.
- Ahuja, I. P., & Khamba, J. S. (2008). Total Productive Maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 709-756.
- Alves, A. C. (2007). *Projecto dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto*. Tese de Doutoramento em Engenharia e Produção de Sistemas. Universidade do Minho: Escola de Engenharia.
- Bamber, L., & Dale, B. G. (2000). Lean production: A study of application in a traditional manufacturing environment. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 291-298.
- Cakmakci, M. (2009). Process improvement: performance analysis of the setup time reduction – SMED in the automobile industry. *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 41(1-2), 168-179.
- Chen, J. C., Li, Y., & Shady, B. D. (2010). International Journal of Production Research. In *From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study*. (pp. 1069-1086).
- Courtois, A., Martin-Bonnefous, C., & Maurice, P. (2010). *Gestão da Produção*. Lidel Development Journal.
- Emiliani, M. L. (2008). Standardized work for executive leadership. *Leadership & Organization*. In *Standardized work for executive leadership*.
- Feld, W. (2001). *Lean Manufacturing: tools, techniques, and how to use them*. Florida.
- Feng, P., & Ballard, G. (2008). Standardized Work from Lean Theory Perspective. Paper presented at the 16th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Manchester, United Kingdom.
- Fisher, M. (1999). *Process improvement by Poka-Yoke*. Work Study.



- Hall, R. (1987). *Attaining Manufacturing Excellence – Just in Time, Total Quality, Total People Involvement*. Homewood: Dow Jones-Irwin.
- Hicks, B. J. (2007). *Lean information management: Understanding and eliminating waste*. *International Journal of Information Management*.
- Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*.
- Holweg, M. (2007). *The genealogy of lean production*.
- Imai, M. (1986). *The key to Japan's competitive success*. McGraw-Hill/Irwin.
- Imai, M. (1991). *Kaizen. The Key to Japan's Competitive Success*. . New York: Random House.
- Imai, M. (2012). *Gemba Kaizen : A commonsense approach to a continuous improvement strategy 2 edition*. McGraw-Hill Education.
- Kajdan, V. (2008). *Bumpy road to lean enterprise. Total Quality Management & Business Excellence*.
Bumpy road to lea.
- Kamauff, J. (2009). *Manager´s Guide to Operations Management*. McGraw-Hill Education.
- Kobayashi, K., Fisher, R., & Gapp, R. (2008). *Business improvement strategy or useful tool? Analysis of the application of the 5S concept in Japan, the UK and the US. Total Quality Management & Business Excellence , Vol. 19, n.º 3*.
- Krichbaum, B. D. (2008). *Standardized Work: The Power of Consistency: Process Coaching Inc*.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles From the World's Greatest Manufacturer. Training*. New York: McGraw-Hill.
- Liker, J. K., & Morgan, J. M. (2006). *The Toyota Way in Services: The Case of Lean Product Development. Academy of Management Perspectives*.
- Lopes, I. (2012). A Manutenção Produtiva Total (Apontamentos da Unidade Curricular “Ferramentas Avançadas Lean”). Universidade do Minho.
- Lycke, L. (2000). *“Team development when implementing TPM”, Total Quality Management, Vol. 14 No. 2*.
- Maia, C. L., Alves, A. C., & Leão, C. P. (2011). *Metodologias para Implementar Lean Production: Uma Revisão Crítica de Literatura, in “A Engenharia como Alavanca para o Desenvolvimento e Sustentabilidade”, J. F. S. Gomes, C. C. António, C. F. Afonso & A. S. Matos (Eds). 6º Congresso Luso-Moçambicano de Engenharia (CLME´ 2011), Maputo - Moçambique: Edições INEGI 2011*.
- Mathot, F. W., & Jean. (2002). *OEE (Overall Equipment Effectiveness)_withpaper*. ABB Inc.



- Melton, T. (2005). *The Nenefits of Lean Manufacturing - What Lean Thinking has to Offer the Process Industries*. Paper presented at the World Congress of Chemical Engineering.
- Monden, Y. (1983). *Toyota production system: practical approach to production management*. Engineering & Management Press. .
- Monden, Y. (1988). *Toyota Production System -An Integrated Approach to Just-In-Time*. 3.a ed. Norcross, Georgia : Engineering and Management Press.
- Mota, P. M. (2007). *Estudo e Implementação da Metodologia SMED e o seu Impacto numa Linha de Produção*. Instituto Superior Técnico, Lisboa. .
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. . Portland, Oregon: Productivity Press.
- Nakajima, S. (1989). *Total productive maintenance development program: Implementing total productive maintenance*. Cambridge: MA: Productivity Press.
- O'Brien, R. (1998). *An overview of the methodological approach of action research*. Faculty of Information Studies, University of Toronto.
- Ohno, T. (1988). *Toyota production system: beyond large-scale production*. New York.: (P. Press. Ed.).
- Ohno, T., & Mito, S. (1988). *Just-in-Time for Today and Tomorrow*. Cambridge, Massachusetts: Productivity Press.
- Ortiz, C. A. (2006). *Kaizen Assembly: Designing, Constructing, and Managing a Lean Assembly Line*. New York: CRC Press.
- Osada, T. (1991). *The 5S's: Five keys to a Total Quality Environment*. Tokyo : Asian Productivity Organization.
- Parry, G. C., & Turner, C. E. (2006). *Application of lean visual process management tools. Production Planning & Control*.
- Pinto, J. P. (2008). *Lean Thinking: Introdução a Pensamento Magro*. Comunidade Lean Thinking.
- Rother, M., & Shook, J. (2003). *Learning to see, Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda*. Cambridge.
- Russell, R., & Taylor, B. W. (2010). *Operations Management: Creating Value Along the Supply Chain, 7th Edition*:. John Wiley & Sons.
- Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research Methods for Business Students (4th ed.)*. Financial Times.
- Sekine, K., & Arai, K. (1998). *TPM For The Lean Factory*. New York : Productivity Press.



- Shimbun, N. K. (1988). *Poka-Yoke Improving Product Quality by Preventing Defects*. Portland, Oregon.: Productivity Press.
- Shingo, S. (1985). *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press.
- Shingo, S. (1987). *The Sayings of Shigeo Shingo: Key Strategies for Plant Improvement*. . Roudtledge.
- Shingo, S. (1989). *A Study of the Toyota Production System*,. Portland, Oregon.: Productivity Press.
- Sople, V. (2011). *Supply Chain Management: Text and Cases*. Pearson Education India.
- Sousa, M., & Baptista, C. S. (2011). *Como fazer investigação, dissertações, teses e relatórios* . Factor Ed. 5ª edição ed.
- Sugimori, Y., Kusunoki, F., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). *Toyota production system and kanban system: materialization of just-in-time and respect for human systems*. International Journal of Production Research 15 (6).
- The Productivity Press Development Team. (1998). *Just in Time for Operators*. New York, USA: Productivity Press.
- Williamson, R. (2006). *Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures*,. Strategic Work Systems: Columbus, OH.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean Thinking - Banish Waste and Create wealth in Your Corporation*. (2003 ed.): Simon and Schuster.
- Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (1990). *The Machine That Changed the World: The Story of Lean Production*. Free Press.
- www.kainexus.com*. (n.d.). Retrieved from Kainexus: <https://www.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/standard-work>

ANEXO I – DESCRIÇÃO DA ESTRUTURA ORGANIZACIONAL DA EMPRESA

Direção Geral (DG) – Traçar e implementar a estratégia da empresa, assegurar a coordenação de todas as direções, assegurar que cada responsável entende e implementa as ações necessárias ao



cumprimento dos objetivos e metas pré-estabelecidos. Acompanha dinamicamente toda a empresa de forma a garantir que não existem desvios aos objetivos traçados no início de cada ano. Responsável pela Política da Qualidade do Grupo.

Direção de Produção (DP) – Dirigir, coordenar e controlar as atividades e recursos de fabricação, gerir os meios técnicos e humanos disponíveis, otimizar os processos produtivos, assegurar a melhoria contínua dos processos produtivos, melhorar a produtividade e reduzir custos na produção.

Direção de Recursos Humanos (DRH) – gerir os recursos humanos em conjunto com os responsáveis de cada direção, efetuar o recrutamento e admissão de novos colaboradores mantendo os registos de cada um atualizados, colaborar no sentido da melhoria contínua e motivação de todos. Dinamizar a interligação entre as unidades no Grupo.

Direção de Compras (DC) – Identificar necessidades de compra, formalizar encomendas aos fornecedores e efetuar o respetivo acompanhamento. Análise de fornecedores alternativos, melhoria das condições de compra.

Direção de Qualidade e Ambiente (DQA) - Coordenar e dinamizar a implementação e cumprimento da Política da Qualidade e Ambiente, motivando todos os colaboradores para a participação ativa no sistema de gestão. Verificar a conformidade dos produtos produzidos e adquiridos. Assegurar a manutenção de todos os registos relacionados com a qualidade e ambiente. Garantir a prevenção da poluição, separar os resíduos, otimizar os recursos (quando aplicável), cumprir com as regras de segurança e ambientais estabelecidas para o seu posto de trabalho.

Direção Administrativa e Financeiro (DAF) – Responsável por toda a organização do Departamento Administrativo, efetuar a faturação, relacionamento com entidades bancárias, elaboração de mapas financeiros e económicos, análise de custos, efetuar planos de pagamentos e recebimentos. Acompanhamento e gestão da parte documental inerente ao nível dos resíduos e produtos químicos

Direção Técnico-Comercial (DTC) – Implementação da estratégia comercial do Grupo, seja pelo seu desenvolvimento de mercados e de clientes, análise e orçamentação dos pedidos de consultas dos clientes. Responsável pelos novos projetos, até à fase da industrialização, definição de opções técnicas e conceção de novos produtos.

Direção Logística (DL) – Receção, análise e gestão das encomendas de clientes, coordenação das respetivas entregas, garantindo o cumprimento dos prazos estipulados pelo cliente. Responsável pela gestão de stocks e armazéns.



Direção de Fábrica (DF) - Interlocutor direto com o Diretor Geral em todos os aspetos operacionais da unidade, apresentando resultados, planos de melhoria e propostas de ação; Supervisionar e coordenar todas as Direções com influência direta nos resultados operacionais da unidade; Liderar reuniões operacionais e reuniões de melhoria interdepartamentais e/ou com as respetivas Direções; Coordena com as respetivas Direções, a resposta a clientes; Articula e propõe à Direção Geral necessidade de meios e recursos necessários.

Direção de Montagens (DM) - Dirigir, coordenar e controlar as atividades e recursos de Fabricação; Gerir os meios técnicos e humanos afetos; Otimizar o sistema produtivo; Definir e conceber os meios de produção; Assegurar a melhoria contínua dos processos de fabrico; Implementar os meios de produção; Melhorar a produtividade e reduzir os custos de produção; Procurar a definição de ações preventivas que vise a melhoria d serviço prestado.

Direção de Manutenção (DMA) - Preparar, controlar e divulgar os procedimentos necessários de certas tarefas de manutenção curativa, preventiva e preditiva dos equipamentos; Elaborar e garantir o cumprimento do Plano de Manutenção Preventiva dos Equipamentos e infraestruturas; Analisar o registo das ações de intervenção nos equipamentos, para elaboração de síntese mensais de seguimento e melhoria – rácios gerais de manutenção; Promover melhorias/alterações nos equipamentos de modo a fiabilizar a operacionalidade, melhorias ao nível de Qualidade do produto final e condições ambientais; Assegurar a instalação dos novos equipamentos e a sua entrada em funcionamento.

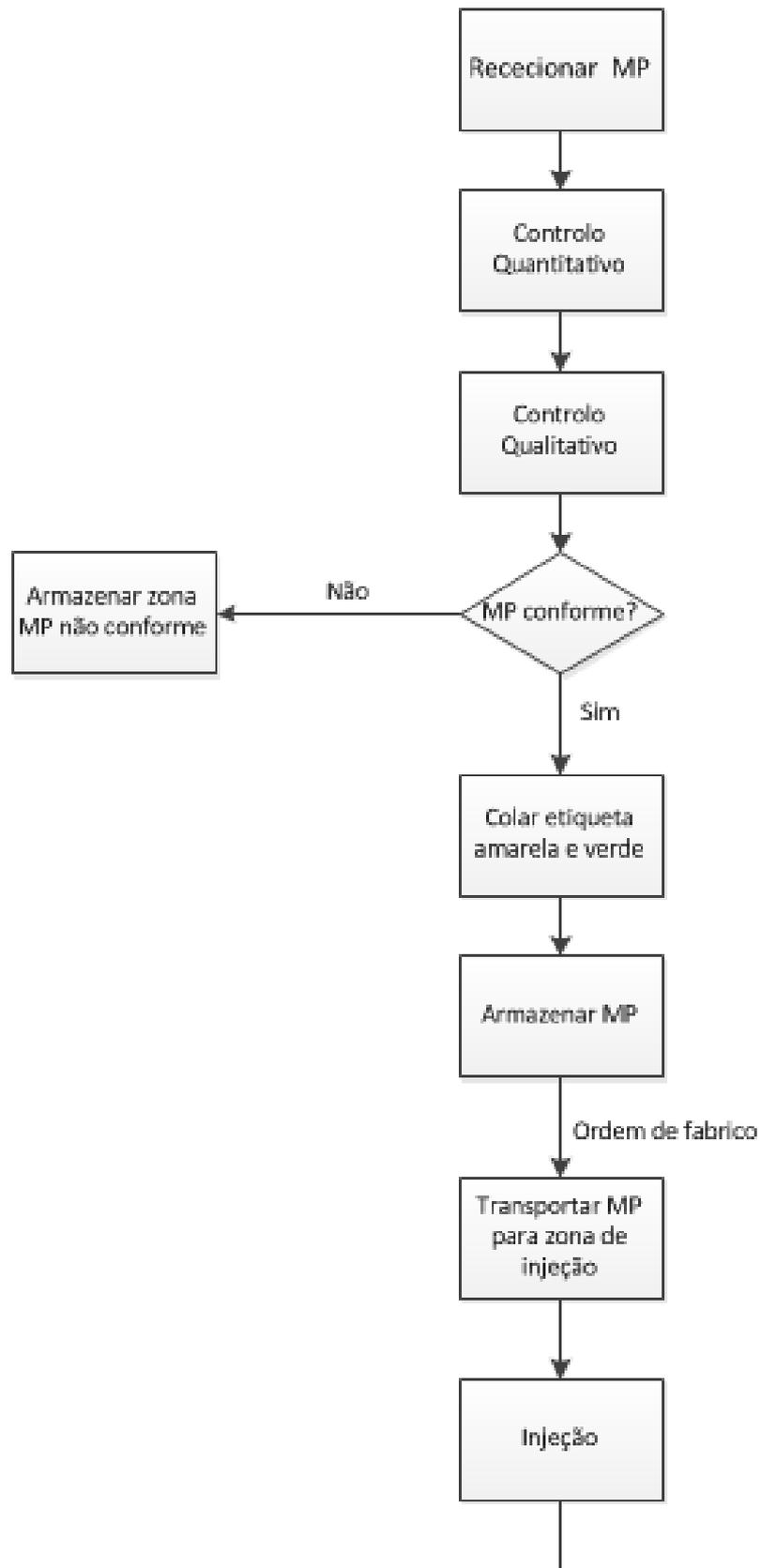
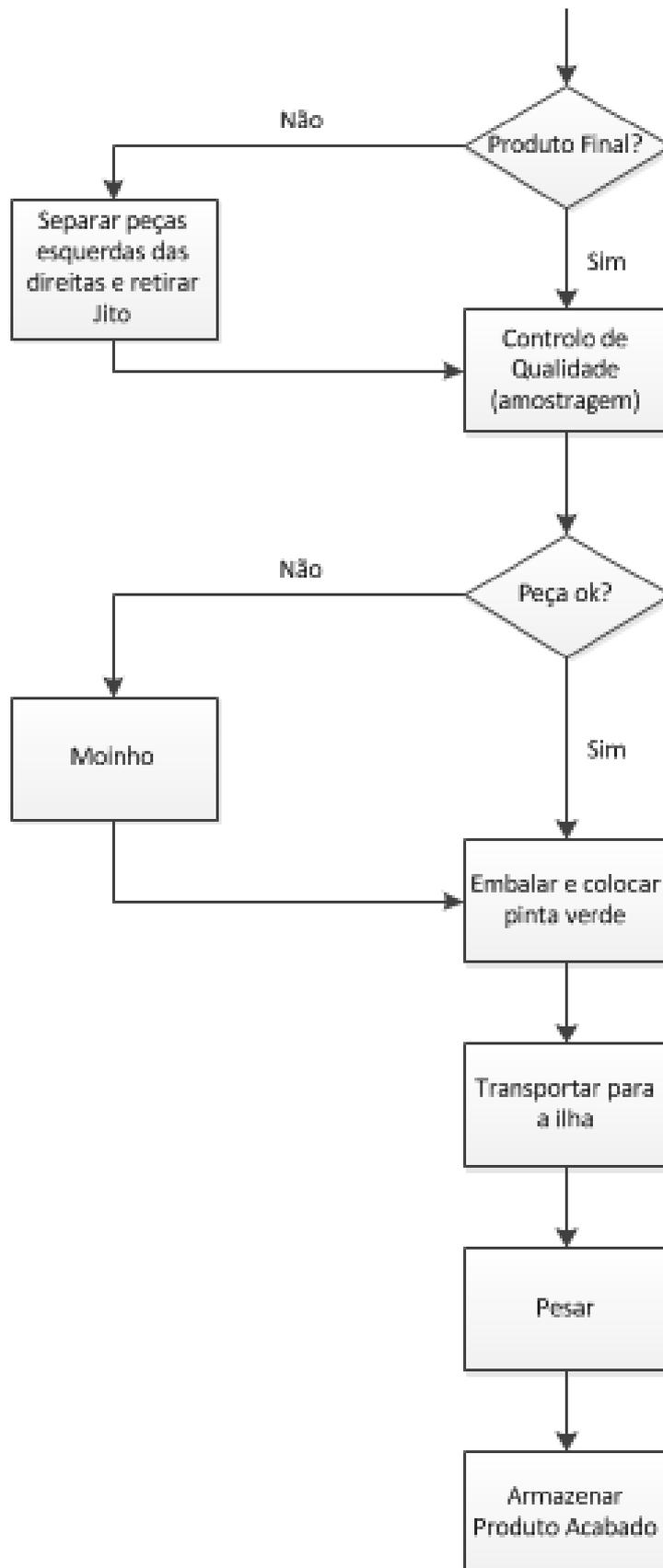


Figura 71 - Fluxo de Materiais



Figura 72 - Continuação do Fluxo de Materiais





ANEXO III – CÁLCULO DO FATOR DISPONIBILIDADE (OEE)

	Fim Produção anterior	Intervalo entre Fim Prod. Desmontagem(min)	Desmontagem			Intervalo entre Desmontagem e Montagem(min)	Montagem		
			Início	Fim	Duração(min)		Início	Fim	Duração(min)
M1	-0,33	0,00	-0,33	0,00	20,00	10,00	0,17	0,67	30,00
M2	9,50	0,00	9,50	9,83	20,00	5,00	9,92	10,33	25,00
M3	8,50	0,00	8,50	8,83	20,00	5,00	8,92	9,33	25,00
M4	-24,50	1470,00			0,00	0,00			0,00
M14	9,00	5,00	9,08	9,42	20,00	0,00	9,42	9,83	25,00
M12	16,00	10,00	16,17	16,42	15,00	5,00	16,50	16,83	20,00
M15	2,00	160,00	4,67	4,92	15,00	5,00	5,00	5,33	20,00
M9	7,43	604,20	17,50	17,83	20,00	250,00	22,00	22,50	30,00
M8					0,00				
M11	10,58	0,00	10,58	10,92	20,00	5,00	11,00	11,42	25,00
M6	5,50	10,00	5,67	6,00	20,00	5,00	6,08	6,58	30,00
M5	8,17	0,00	8,17	8,42	15,00	5,00	8,50	8,83	20,00
M13	14,00	10,00	14,17	14,50	20,00	0,00	14,50	14,83	20,00

	Intervalo entre montagem e setup	Afinação			Outras Paragens					Ensaio	Paragem P	Paragem NP
		Início	Fim	Duração(min)	Mold	Maq	Op.	Outro	Total			
M1	380,00	7,00	7,75	45,00				40,00	40,00		0,00	525,00
M2	160,00	13,00	13,25	15,00				130,00	130,00		0,00	355,00
M3	100,00	11,00	11,33	20,00				244,80	244,80		0,00	414,80
M4	0,00			0,00	285,00		30,00	15,00	330,00		0,00	1800,00
M14	70,00	11,00	11,17	10,00				40,00	40,00		0,00	170,00
M12	135,00	19,08	19,33	15,00	40,00			215,00	255,00		0,00	455,00
M15	160,00	8,00	8,83	50,00	15,00			555,00	570,00		0,00	980,00
M9	5,00	22,58	22,83	15,00	30,00			30,00	30,00	819,60	819,60	954,20
M8	0,00								0,00		0,00	1583,82
M11	25,00	11,83	12,00	10,00				30,00	30,00		0,00	115,00
M6	165,00	9,33	9,50	10,00	30,00	20,00		10,00	60,00		0,00	300,00
M5	100,00	10,50	11,00	30,00	30,00			30,00	60,00		0,00	230,00
M13	70,00	16,00	16,08	5,00					0,00		0,00	125,00

	Tempo Turno	Tempo de Funcionamento	Tempo abertura	Disponibilidade
M1	3299,6	2774,6	3299,6	0,841
M2	1290	935	1290	0,725
M3	6690	6275,2	6690	0,938
M4	8180,4	6380,4	8180,4	0,780
M14	1479,6	1309,6	1479,6	0,885
M12	6999,8	6544,8	6999,8	0,935
M15	3394,8	2414,8	3394,8	0,711
M9	2442	668,2	1622,4	0,412
M8	4484,22	2900,4	4484,2	0,647
M11	3985,2	3870,2	3985,2	0,971
M6	2964,6	2664,6	2964,6	0,899
M5	2969,6	2739,6	2969,6	0,923
M13	1489,8	1364,8	1489,8	0,916

M8	Ensaio	Desmontar+Montar+Set_up
	16,50	1,42
pp	990	
PNP	1583,82	
Produção	1910,40	

Nota:
Como a M8 tem duas Mudanças de Molde foram realizados cálculos adicionais contabilizados na tabela acima

Figura 73 - Cálculos auxiliares fator disponibilidade





ANEXO IV – CÁLCULO DO FATOR VELOCIDADE (OEE)

Tabela Auxiliar para Tempo de Produção ideal				Peças					
Usado (unidades/hora) (1)	Ideal (Unidades/hora) (2)	TC Ideal	Taxa de Produção Ideal	Multiplicador	Horas de Produção	Produzidas	Objetivo	Ideal	
M1	335	344,94	0,17	172,47	2	7,25	1246	1214	171,86
M2	45	45,00	1,33	45,00	1	8,50	1430	1423	168,24
M3	360	582,50	0,10	291,25	2	7,50	1224	1256	167,44
M4	343	342,86	0,18	171,43	2	8,00	1262	1340	167,44
M14	324	399,76	0,15	199,88	2	8,50	1466	1423	172,47
M12	240	362,50	0,17	362,50	1	7,16	1142	1199	167,44
M15	1252	1252,17	0,05	1252,17	1	1,75	54	79	45
M9	480	480,00	0,13	240,00	2	8,50	334	383	45
M8	189	299,62	0,20	299,62	1	7,50	271	338	45
M11	1345	1637,82	0,04	1637,82	1	3,67	920	881	250,68
M6	1152	1200,00	0,05	1200,00	1	8,50	2388	2040	280,94
M5	1152	1259,73	0,05	1259,73	1	7,50	2152	1800	286,93
M13	960	1030,93	0,06	1030,93	1	8,00	2330	1920	291,25
				1030,93	1	8,50	2464	2040	289,88
				1030,93	1	7,50	2022	1800	269,60
						8,00	2316	1920	289,50
						8,50	2444	2040	287,53
						7,50	2172	1800	289,60
						8,00	2204	1920	275,50
						8,50	2460	2040	289,41
						7,50	1972	1800	262,93
						7,17	1904	1721	265,55
						8,50	2248	2040	264,47
						2,75	784	660	285,09
M4	8,34	1378	1430	171,43		7,50	1212	1286	171,43
	8,00	1312	1371	171,43		8,50	1410	1457	171,43
	7,50	1192	1286	171,43		8,00	1206	1371	171,43
	8,50	1376	1457	171,43		7,50	602	1286	171,43
	8,00	1336	1371	171,43		8,50	1426	1457	171,43
	8,50	1426	1457	171,43		7,50	1162	1286	171,43
	8,00	1332	1371	171,43		8,50	1418	1457	171,43
	8,50	1418	1457	171,43		7,50	962	1286	171,43
M14	3,75	285	607	161,80		8,50	1699	1375	199,88
	7,50	350	1213	161,80		2,66	442	430	166,17
M12	4,17	1468	1001	352,04		7,50	1670	1800	240
	8,00	2774	1920	346,75		8,50	2844	2040	334,59
	7,50	2610	1800	348		8,00	2900	1920	362,50
	8,50	2620	2040	308,24		7,50	2166	1800	288,80
	6,50	2026	1560	311,69		8,50	2710	2040	318,82
	8,50	2048	1800	273,07		7,50	2048	1800	273,07
	8,00	2458	1920	307,25		8,50	2790	2040	328,24
	8,50	2790	2040	328,24		7,50	2406	1800	320,80
	7,16	2124	1718	296,65					
M15	2,00	992	2504	1252,17		13,42	5248	16804	1252,17
	7,50	7328	9391	1252,17		8,00	8272	10017	1252,17
	8,50	9520	10643	1252,17		7,50	8480	9391	1252,17
	3,58	4320	4483	1252,17		0,67	100	161	240
M9	7,50	1456	1800	240		3,83	262	919	240
M8	1,42	400	269	281,69		7,50	2096	1421	279,47
	2,66	797	504	299,62		0,84	220	159	261,90
	8,50	2099	1611	246,94		7,50	1841	1421	245,47
	3,42	953	648	278,65		3,00	4256	4114	1418,67
M11	8,50	11456	11657	1371,43		7,50	9424	10286	1371,43
	8,00	11608	10971	1451		8,50	11816	11657	1390,12
	7,50	10896	10286	1452,80		8,00	11576	10971	1447
	5,50	3008	7543	1637,82		5,08	5624	5852	1152
M6	7,67	7888	8836	1152		7,50	8208	8640	1152
	8,00	8864	9216	1152		8,50	8776	9792	1152
	7,50	8048	8640	1152		1,16	1392	1336	1200
M5	4,00	4568	4608	1152		8,50	7840	9792	1152
	7,50	9448	8640	1259,73		8,00	7576	9216	1152
	8,50	7432	9792	1152		7,50	7688	8640	1152
	2,66	3072	3064	1154,9		7,42	7600	7123	1024,26
M13	7,50	7732	7200	1030,93		7,83	7464	7517	960

Figura 74 - Cálculos auxiliares fator velocidade





ANEXO V – LISTA DE CÓDIGOS DE INCIDÊNCIAS DE PRODUÇÃO

Lista de Códigos de Incidências de Produção

Tipo Improdutivo
- Para Registo de Paragens nas Mudanças de Molde e durante a Produção.
20 – Falta de Materiais
21 – Avaria de máquina
22 – Avaria de Molde
23 – Avaria de periférico
24 – Falta de Operador
25 – Falta de Acessórios
26 – Estufar matéria-prima
27 – Falha de energia
28 – Falha de ar comprimido
29 – Ver baba do bico
30 – Destapar cavidades
31 – Fuga de água
32 – Fuga de óleo
33 – Aquecer Bico
34 – Temperatura do Óleo
35 – Qualidade
36 – Ajuste de Temperatura
37 – Falta Afinador
38 – Por Decisão
39 – Falta operador de montagem de Moldes
40 – Manutenção Preventiva Molde
41 – Manutenção Preventiva Máquina
82 – Peças Presas
83 – Gito Preso
84 – Contaminação/ Troca de MP
99 – Outros
Tipo Preparação de Máquina
- Para Registo das Paragens para Desmontar, Montar e fazer SETUP.
1 – Produção
2 – SETUP Máquina
3 – Montagem Moldes

Mod. 321/DP.0

Figura 75 - Lista de códigos de Incidências





ANEXO VI – REGISTO DE AÇÃO DE FORMAÇÃO SOBRE A NOVA LISTA DE CÓDIGOS DE INCIDÊNCIAS DE PRODUÇÃO

LUPFERI Registo da Acção de Formação

Nome das Acções: Lista de Códigos de Incidências de Produção

Objectivos da Formação/ Sumário: Formar todos os operadores, sobre a nova lista de códigos de incidência de produção bem como o correto preenchimento nas OE.

Duração: 10m

Data: 27/02/2017

Início:

Formando	Assinatura
Francisco Silva	Francisco
Miguel Gomes	Miguel
Rosa Torres	Rosa
Teresa Dias	Teresa
Rosa Fernandes	Rosa
Lurdes Rodrigues	Lurdes Rodrigues
Rosa Dias	Rosa
Carlos Cardoso	Carlos
Carina Silva	Carina
Carlos Pereira	Carlos Pereira
Abílio Ferreira	Abílio
Maria Braga	Maria
José Luis Fernandes	José Luis
M ^a Carmo Silva	M ^a Carmo
Catarina Pereira	Catarina
Domingos Silva	Domingos
Maria Sameiro	Maria
Maria da Conceição	Maria
Maria das Dores	Maria
Emanuel Silva	Emanuel
Adelino Bráz	Adelino
João Mota	João
Artur Sá	Artur
Tiago Pereira	Tiago
Fernando Mota	Fernando

LUPFERI Registo da Acção de Formação

Alcino Junior

João Castro

Clara Silva

Henrique Fernandes

Diogo Ferreira

Fernando P.

Ricardo S.

Ricardo A.

Carina Sobrinho

Marcelina Bráz

Jorge Fernandes

Rui Pereira

Henrique B.

Samuel Pereira

Paulo Santanita

Rui Iglesias

Data: 27/02/2017

Assinatura: [Assinatura]

Figura 76 - Registo da acção de formação sobre a nova lista de códigos de incidências de produção





ANEXO VII – NOVO REGISTO DO PROCESSO DE TROCA DE REFERÊNCIA



MONTAGEM - DESMONTAGEM MOLDE
DIR. PRODUÇÃO

Página _____

• MOLDE A ENTRAR EM MAQUINA (MONTAGEM)

MOLDE:	
REF. PEÇA:	
OP Nº :	
MAQUINA:	

***** FIM PRODUÇÃO ANTERIOR

DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Verificado por: _____

Código				
PERÍODO				

Códigos de Paragem	
20-Falta de Materiais	33-Aquecer Bico
21-Avaria Máquina	34-Temperatura do óleo da máquina
22-Avaria Molde	35-Qualidade
23-Avaria Periférico	36-Ajuste de Temperatura
24-Falta de Operador	37-Falta Afiador
25-Falta de acessórios	38-For Decalço
26-Estufa MP	39-Falta operador de montagem de Moldes
27-Falta de Energia	40-Manutenção Preventiva do molde
28-Falta de ar comprimido	41-Manutenção Preventiva da máquina
29-Baba do Bico	82-Peças Pressas
30-Destapar Cavidades	83-Jito Pressa
31-Fuga Água	84-Contaminação/Troca MP
32-Fuga óleo	99-Outros

***** DESMONTAGEM DO MOLDE

INÍCIO DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Resp.: _____ FIM DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Resp.: _____

Código				
PERÍODO				

Códigos de Paragem	
20-Falta de Materiais	33-Aquecer Bico
21-Avaria Máquina	34-Temperatura do óleo da máquina
22-Avaria Molde	35-Qualidade
23-Avaria Periférico	36-Ajuste de Temperatura
24-Falta de Operador	37-Falta Afiador
25-Falta de acessórios	38-For Decalço
26-Estufa MP	39-Falta operador de montagem de Moldes
27-Falta de Energia	40-Manutenção Preventiva do molde
28-Falta de ar comprimido	41-Manutenção Preventiva da máquina
29-Baba do Bico	82-Peças Pressas
30-Destapar Cavidades	83-Jito Pressa
31-Fuga Água	84-Contaminação/Troca MP
32-Fuga óleo	99-Outros

***** MONTAGEM DO MOLDE

INÍCIO DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Resp.: _____ FIM DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Resp.: _____

Código				
PERÍODO				

Códigos de Paragem	
20-Falta de Materiais	33-Aquecer Bico
21-Avaria Máquina	34-Temperatura do óleo da máquina
22-Avaria Molde	35-Qualidade
23-Avaria Periférico	36-Ajuste de Temperatura
24-Falta de Operador	37-Falta Afiador
25-Falta de acessórios	38-For Decalço
26-Estufa MP	39-Falta operador de montagem de Moldes
27-Falta de Energia	40-Manutenção Preventiva do molde
28-Falta de ar comprimido	41-Manutenção Preventiva da máquina
29-Baba do Bico	82-Peças Pressas
30-Destapar Cavidades	83-Jito Pressa
31-Fuga Água	84-Contaminação/Troca MP
32-Fuga óleo	99-Outros

***** SETUP

DATA: __/__/__ HORA INÍCIO: __:__:__ HORA FIM: __:__:__ Resp.: _____

Código				
PERÍODO				

Códigos de Paragem	
20-Falta de Materiais	33-Aquecer Bico
21-Avaria Máquina	34-Temperatura do óleo da máquina
22-Avaria Molde	35-Qualidade
23-Avaria Periférico	36-Ajuste de Temperatura
24-Falta de Operador	37-Falta Afiador
25-Falta de acessórios	38-For Decalço
26-Estufa MP	39-Falta operador de montagem de Moldes
27-Falta de Energia	40-Manutenção Preventiva do molde
28-Falta de ar comprimido	41-Manutenção Preventiva da máquina
29-Baba do Bico	82-Peças Pressas
30-Destapar Cavidades	83-Jito Pressa
31-Fuga Água	84-Contaminação/Troca MP
32-Fuga óleo	99-Outros

***** INÍCIO 1ª PEÇA

DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Responsável Produção: _____

***** ESTUFAGEM MATÉRIA PRIMA

DATA: __/__/__ HORA: __:__:__ Temperatura: _____ Realizado por _____

OBSERVAÇÕES:

Mod.142/DP.07

Figura 77 - Novo registo do processo de troca de referência





ANEXO VIII – NOVO REGISTO DO PROCESSO DE *SETUP* A UTILIZAR NAS UNIDADES DO MÉXICO E ROMÉNIA



MOUNT – DISMOUNTING MOLD
PRODUCTION DIR.

Page _____

• **MOUNTING THE MOLD ON THE MACHINE**

MOLD:	
REF. PART:	
OP n°:	
MACHINE:	

***** END OF PREVIOUS PRODUCTION

DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Verified by: _____

Code				
TIME PERIOD				

20-Lack of materials 21-Machine breakdown 22-Mold breakdown 23-Peripheral malfunction 24-Operator missing 25-Lack of accessories 26-Drying raw material 27-Energy breakdown 28-Compressed air breakdown 29-Drool nozzle 30-Unlock cavities 31-Water leak	Stop Codes 32-Oil leak 33-Warm up nozzle 34-Temperature of oil machine 35-Quality 36-Temperature setting 37-Waiting injection technician 40-Mold preventive maintenance 41-Machine Preventive maintenance 82-Stucked parts 83-Stucked sprue 84-Contamination / Wrong raw mater. 99-Others
---	---

***** MOULD DISMOUNTING

START DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Resp.: _____

END DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Resp.: _____

Code				
TIME PERIOD				

20-Lack of materials 21-Machine breakdown 22-Mold breakdown 23-Peripheral malfunction 24-Operator missing 25-Lack of accessories 26-Drying raw material 27-Energy breakdown 28-Compressed air breakdown 29-Drool nozzle 30-Unlock cavities 31-Water leak	Stop Codes 32-Oil leak 33-Warm up nozzle 34-Temperature of oil machine 35-Quality 36-Temperature setting 37-Waiting injection technician 40-Mold preventive maintenance 41-Machine Preventive maintenance 82-Stucked parts 83-Stucked sprue 84-Contamination / Wrong raw mater. 99-Others
---	---

***** MOULD MOUNTING

START DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Resp.: _____

END DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Resp.: _____

Code				
TIME PERIOD				

20-Lack of materials 21-Machine breakdown 22-Mold breakdown 23-Peripheral malfunction 24-Operator missing 25-Lack of accessories 26-Drying raw material 27-Energy breakdown 28-Compressed air breakdown 29-Drool nozzle 30-Unlock cavities 31-Water leak	Stop Codes 32-Oil leak 33-Warm up nozzle 34-Temperature of oil machine 35-Quality 36-Temperature setting 37-Waiting injection technician 40-Mold preventive maintenance 41-Machine Preventive maintenance 82-Stucked parts 83-Stucked sprue 84-Contamination / Wrong raw mater. 99-Others
---	---

***** SETUP

DATE: ___/___/___ START HOUR: ___:___ FINISH HOUR: ___:___ Resp.: _____

Code				
TIME PERIOD				

20-Lack of materials 21-Machine breakdown 22-Mold breakdown 23-Peripheral malfunction 24-Operator missing 25-Lack of accessories 26-Drying raw material 27-Energy breakdown 28-Compressed air breakdown 29-Drool nozzle 30-Unlock cavities 31-Water leak	Stop Codes 32-Oil leak 33-Warm up nozzle 34-Temperature of oil machine 35-Quality 36-Temperature setting 37-Waiting injection technician 40-Mold preventive maintenance 41-Machine Preventive maintenance 82-Stucked parts 83-Stucked sprue 84-Contamination / Wrong raw mater. 99-Others
---	---

***** FIRST GOOD PART

DATE: ___/___/___ HOUR: ___:___ Production Manager: _____

***** RAW MATERIAL DRYING

DATE: ___/___/___ START HOUR: ___:___ Temperature: _____ Performed by _____

REMARKS:

Mod.142/DP.07

Figura 78 - Novo registo do processo de troca setup a utilizar nas fábricas do México e Roménia







ANEXO X – FICHEIRO EXCEL A PREENCHER COM OS DADOS PROVENIENTES DO REGISTO DO PROCESSO *SETUP*

Máquina	Molde	Ref. Peça	OP nº	1		2		3		4		Intervalo (Fim Produção ant.-Início Produção)	
				Intervalo Fim Produção-Início Desmontagem (min)	Código de Paragem	Intervalo Fim Desmontagem-Início Montagem (min)	Código de Paragem	Intervalo Fim Montagem-Início Setup (min)	Código de Paragem	Intervalo Fim de Setup-F Peça Boa	Código de Paragem		
M8	Enzso levier smplex	4371427020										60	
	Enzso Key Nut interna	16895408						125	36			175	
	347	Plot	21871					65	37			125	
	167	P6002084A00	21939					35	37			90	
	329	306542	21916									40	
	471	4275001B	21879					10	37			65	
	165	P6002083A00	21937	15	39							70	
	166	P6002085A00	21938					25	40	90	22		165
	210	Terminal Espiral 4002C	21951			210	37						260
	217	0101A0312	21976					40	29				90
	345	0101A0564	21987					20	36				40
	149	156139460	22001					45	36				100
	129	192000850	22029			60	39	40	37				220
	466							45	36				110
	601	15593-203	22054										60
	344	P1005600A00	22099							40	26		95
				Tempos Acumulados	15		270		450		130		
						Tempo Total desperdiçado	865			Tempo total Setup		1765	

Códigos	Tempo
20	
21	
22	30
23	
24	
25	
26	40
27	
28	
29	40
30	
31	
32	
33	
34	
35	
36	235
37	360
38	
39	75
40	25
41	
42	
43	
44	
99	
	865

Figura 80 - Exemplo Máquina 8 no mês de Fevereiro





ANEXO XI – CHECKLIST/ STANDARD DE APOIO NA EXECUÇÃO DA OPERAÇÃO DE MUDANÇA DE MOLDES

Standard Mudança de Molde - Instrução de Trabalho

		Equipamento	Todas as máquinas	Molde	Todos os moldes
		OK	Atividade		Observações
Preparação	D0		Preparar carro de ferramentas		
	D0		Preparar molde		
	D0		Transportar molde da referência a produzir até à injetora		
	D0		Preparar acessórios para a montagem do molde (anel, haste de extração, mangueiras, mão de robot, ...)		
Desmontagem	D1		Posicionar robot (recua ponto zero)		
	D2		Ajustar bico/carro (recuar)		
	D3		Purgar, limpar camara e ajustar temperaturas do cilindro	Se aplicável	
	D4		Abrir molde, recuar a extração, abrir porta da frente e borrar molde	Operação de manutenção obrigatória	
	D5		Desligar caudalímetros		
	D6		Desligar e Soprar os circuitos da água		
	D7		Desmontar todas as mangueiras e fichas elétricas		
	D8		Fechar porta da frente e molde e abre porta e fixa barra de segurança	Se aplicável	
	D9		Inspeccionar e retirar a cavilha de extração		
	D10		Abrir porta da frente, fixar molde, fixar ponte no molde e desmontar completamente os 3 calços frontais e todos os traseiros	Prato móvel e fixo (4un- moldes pequenos; 5un-moldes grandes)	
	D11		Abrir porta e máquina		
	D12		Inspeccionar e retirar haste de extração		
	D13		Desmontar completamente o último calço frontal		
	D14		Soltar molde		
	D15		Pega na ponte e transporta o molde		
Montagem	M1		Buscar, transportar e acertar novo molde	O novo molde está em espera o mais próximo possível da máquina	
	M2		Posicionar molde (centrar e aprumar)		
	M3		Montar (dar aperto) 2 calços frontais prato fixo		
	M4		Abrir prato móvel e fixar haste de extração		
	M5		Ajustar mesa móvel e tamanho do molde		
	M6		Montar e apertar completamente os 4 calços frontais (prato fixo e móvel)	Quando aplicável	
	M7		Desmontar barra de segurança do molde, desmontar e reposicionar ponte e montar completamente calços traseiros	Retirar tensão, cintas do molde e aliviar argolas. Desviar ponte. Prato móvel e fixo (4un- moldes pequenos; 5un-moldes grandes)	
	M8		Abrir molde		
	M9		Ligar hidráulicos, mangueiras de água e fichas elétricas	Quando aplicável	
	M10		Ligar e inspeccionar caudalímetros		
	M11		Ajustar temperatura do molde	Quando aplicável.	
	M12		Montar chaveta na haste de extração e ajustar parâmetros	Quando aplicável.	
	M13		Desmontagem e montagem da mão	Quando aplicável. Inclui desmontagem e montagem de calço/chapa e ligação do ar	
	M14		Colocar robot na posição de arranque	Quando aplicável e fazer "step"	
Afinação	A1		Carregar programa e verificar valores de cotas no programa		
	A2		Verificar pontos zero do molde e os movimentos de extração e hidráulicos.		
	A3		Ajustar força de fecho		
	A4		Ajustar pica gitos	Quando aplicável	
	A5		Colocar matéria-prima na camara		
	A6		Purgar máquina, limpar base da máquina e bicos	Quando aplicável	
	A7		Primeira injeção		
	A8		Afinar o robot	Quando aplicável	
	A9		Iniciar ciclo automático	Ligação do automático do robot incluída	
	A10		Colocar últimos parâmetros, efetuar a checklist (tabela da qualidade)	Confirmar parâmetros e robot	

Preparações
Antes de parar a máquina
Estufagem / preparação da matéria logo que possível.
Documentação técnica
Garra Robot
Argola
Chaves (grifo, bocas, unbrako, alicate, ...)
Borrifador com líquido
Anel de adaptação
Mangueiras
Calços
Cintas
Haste
Bico da máquina, quando necessário
Colocar o molde a montar o mais próximo possível da máquina
Colocar o carro das ferramentas o mais próximo possível da frente da máquina
Colocar a ponte e o comando o mais próximo possível do sítio da 1ª utilização
Colocar a máquina a estabilizar temperaturas, logo que possível

Figura 81 - Checklist / Standard mudança de moldes





ANEXO XII – AUDITORIA AO PROCESSO DE TROCA DE REFERÊNCIA

COPEFI		AUDITORIA AO PROCESSO DE TROCA DE REFERÊNCIA		N.º					
				Data: 11/05/2017					
Designação do molde a sair de Produção:	<u>Clip 2780 (nº84)</u>	Objetivos da Auditoria:	<u>Averiguar se o Standard definido é cumprido</u>						
Designação do molde a entrar em Produção:	<u>Pedale X43 (nº633)</u>	Auditores **:	Internos <input checked="" type="checkbox"/>	Externos <input type="checkbox"/>					
Designação Produto:	<u>43Pedale</u>	Equipa Auditora:	<u>João Carvalho</u>						
Referência Produto:	<u>0101A0019</u>	Intervenientes Auditados:	<u>Francisco</u>						
Cliente:	<u>Gestamp</u>	Localização:	<u>Máquina M1</u>						
			C	NC	NA				
					Obs.				
PREPARAÇÃO (antes de parar a máquina)									
0	Preparou/colocou a estufar a matéria-prima logo que possível		<input checked="" type="checkbox"/>						
0	Preparou todo o material necessário para a mudança de molde (Documentação técnica, Garra de Robot, Argola, Chaves, Borrifador, Anel, Mangueiras, Calços, Cintas, Haste e Bico)		<input checked="" type="checkbox"/>						
0	Colocou o molde a montar o mais próximo possível da máquina		<input checked="" type="checkbox"/>						
0	Colocou o carro das ferramentas o mais próximo possível da frente máquina		<input checked="" type="checkbox"/>						
0	Colocou a ponte e o comando o mais próximo possível do sitio da 1ª utilização		<input checked="" type="checkbox"/>						
0	Colocou , logo que possível, a máquina a estabilizar temperaturas		<input checked="" type="checkbox"/>						
DESMONTAGEM									
1	Retirou e guardou as peças de setdown		<input checked="" type="checkbox"/>						
2	Posicionou robot (recuar ao ponto zero)		<input checked="" type="checkbox"/>						
3	Ajustou bico/carro (recuar)		<input checked="" type="checkbox"/>						
4	Purgou, limpou camara e ajustou temperaturas do cilindro				<input checked="" type="checkbox"/>				
5	Abriu molde, recuou a extração, abriu porta da frente e borrifou molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
6	Desligou caudalímetros		<input checked="" type="checkbox"/>						
7	Desligou e Soprou os circuitos da água		<input checked="" type="checkbox"/>						
8	Desmontou todas as mangueiras e fichas elétricas		<input checked="" type="checkbox"/>						
9	Fechou porta da frente e molde e abriu porta e fixou barra de segurança		<input checked="" type="checkbox"/>						
10	Inspecionou e retirou a cavilha de extração		<input checked="" type="checkbox"/>						
11	Abriu porta da frente, fixou molde, fixou ponte no molde e desmontou completamente os 3 calços frontais e todos os traseiros		<input checked="" type="checkbox"/>						
12	Abriu porta e máquina		<input checked="" type="checkbox"/>						
13	Inspecionou e retirou haste de extração		<input checked="" type="checkbox"/>						
14	Desmontou completamente o último calço frontal		<input checked="" type="checkbox"/>						
15	Soltou molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
16	Pegou na ponte e transportou o molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
MONTAGEM									
17	Foi buscar, transportou e acertou novo molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
18	Posicionou o molde (centrar e aprumar)		<input checked="" type="checkbox"/>						
19	Montou (dar aperto) 2 calços frontais prato fixo		<input checked="" type="checkbox"/>						
20	Abriu prato móvel e fixou haste de extração		<input checked="" type="checkbox"/>						
21	Ajustou mesa móvel e tamanho do molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
22	Montou e apertou completamente os 4 calços frontais (prato fixo e móvel)		<input checked="" type="checkbox"/>						
23	Desmontou barra de segurança do molde, desmontou e reposicionou ponte e montou completamente calços		<input checked="" type="checkbox"/>						
24	Abriu molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
25	Ligou hidráulicos, mangueiras de água e fichas elétricas		<input checked="" type="checkbox"/>						
26	Ligou e inspecionou caudalímetros		<input checked="" type="checkbox"/>						
27	Ajustou temperatura do molde		<input checked="" type="checkbox"/>						
28	Montou chaveta na haste de extração e ajustou parâmetros		<input checked="" type="checkbox"/>						
29	Desmontou e montou a mão				<input checked="" type="checkbox"/>				
30	Colocou robot na posição de arranque				<input checked="" type="checkbox"/>				
AFINAÇÃO									
31	Carregou programa e verificou valores de cotas no programa		<input checked="" type="checkbox"/>						
32	Verificou pontos zero do molde e os movimentos de extração e hidráulicos		<input checked="" type="checkbox"/>						
33	Ajustou força de fecho		<input checked="" type="checkbox"/>						
34	Ajustou pica gitos		<input checked="" type="checkbox"/>						
35	Colocou matéria-prima na câmara		<input checked="" type="checkbox"/>						
36	Purgou máquina, limpou base da máquina e bicos		<input checked="" type="checkbox"/>						
37	Primeira injeção		<input checked="" type="checkbox"/>						
38	Afinou o robot				<input checked="" type="checkbox"/>				
39	Iniciou ciclo automático				<input checked="" type="checkbox"/>				
40	Colocou últimos parâmetros e efetuou a checklist (tabela da qualidade)		<input checked="" type="checkbox"/>						
41	Aguardou aprovação da 1ª peça		<input checked="" type="checkbox"/>						
Assinatura dos Auditores: _____									
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">RESULTADO DA AUDITORIA</th> </tr> <tr> <td>Nº de Não Conformidades</td> <td style="text-align: center;">0</td> </tr> </table>						RESULTADO DA AUDITORIA		Nº de Não Conformidades	0
RESULTADO DA AUDITORIA									
Nº de Não Conformidades	0								
Nota: Verificar se as operações são executadas seguindo a ordem definida.									

Figura 82 - Resultado auditoria processo de troca de referência



ANEXO XIII – FERRAMENTA DE APOIO À PRODUÇÃO

Conforme abordado no subcapítulo 5.3, a criação deste documento visa, essencialmente, auxiliar a equipa que planeia a produção de forma a diminuir desperdícios de tempo resultantes de falhas ao nível do planeamento.

Assim, a equipa que define o planeamento reúne, define as necessidades e prioridades de produção para a semana seguinte e simultaneamente, através desta nova ferramenta, consegue simular e visualizar a forma como a produção decorreria em função daquilo que foi estipulado. Desta forma, torna-se possível prever o que vai acontecer, evitando erros.

Por conseguinte, a equipa na reunião em que planeia a produção semanal que decorre no final do dia de todas as sextas-feiras deve constatar as quantidades já produzidas de cada uma das referências, para assim, saber as quantidades que ainda são necessárias produzir e deste modo (através desta nova ferramenta) estimar a duração da produção da quantidade em falta e assim conseguir planear a entrada da nova referência no início da nova semana.

Esta nova ferramenta também permite que os operadores controlem com maior facilidade o seu trabalho, sabendo em tempo real se estão a cumprir com o planeado, ou se estão atrasados ou mesmo adiantados. Para preencher o documento, o utilizador precisa apenas de inserir apenas duas variáveis (para simular cada uma das referências a produzir), o código libra do produto, ou seja, o código que identifica o produto no sistema, e a quantidade a produzir do mesmo (Figura 84).

Desta forma, em função do código libra inserido, a ferramenta assume automaticamente a designação do produto, bem como a quantidade produzida do artigo/hora. Assim, é possível estimar a duração da produção conjugando estas duas variáveis, adicionando, simultaneamente uma margem de erro de 5%. Esta margem visa absorver possíveis variações ou pequenas perdas de produção durante o período de fabrico, trocas de turno, entre outros. Este valor foi debatido por toda a equipa de planeamento e no final de algumas simulações viu-se por bem assumir este valor como referência. Contudo, este pode alterar caso se justifique.

Assumiu-se a duração de uma hora para os períodos de troca de referência, uma vez que se aproxima do valor médio atualmente despendido neste processo. Como este simulador pretende estimar produções, tornou-se imperativo que a ferramenta fosse flexível a alterações resultantes de melhorias que se façam no futuro e que possam diminuir a duração das variáveis (margem erro, duração troca de referência, quantidade produzida/hora).



A Figura 84 ilustra o preenchimento para o primeiro dia da semana 24, com as produções a terminar e que transitaram da semana 23, bem como o planeamento das produções, conforme o ficheiro definido pela equipa (Figura 85) a entrar em produção para o início da semana 24. De realçar que este processo foi repetido para todos os restantes dias da semana.

O planeamento para a máquina M10 não foi elaborado, uma vez que é usada exclusivamente em ensaios.



Planeamento Semanal Troca de Referências								
Semana	24							
Máquina	Código libra do Produto	Designação	Qt. a produzir	Hora de inicio	Qt./hora	Duração estimada (horas)	Hora fim Produção	Troca de Referência
M1	0101A0644	COVER 2780	1800	12/5/17 8:30	960,0	1:58:07	12/5/17 10:28	1:00:00
M2	0101A0237	CARTER TOP TETHER	3750	12/5/17 8:30	654,5	6:00:56	12/5/17 14:30	1:00:00
M3	0101A0327	Guide Plastique A912 AR Dir	16650	12/5/17 8:30	150,0	116:33:00	17/5/17 5:03	1:00:00
M4	0101A0524	Guia XFD AR Par DCH.	3000	12/5/17 8:30	100,0	31:30:00	13/5/17 16:00	1:00:00
M5	0101A0458	Terminal Espiral 412	9900	12/5/17 8:30	1152,0	9:01:24	12/5/17 17:31	1:00:00
M6	0101A0555	P1005600A00 2x Tetine 7,3	895	12/5/17 8:30	313,0	3:00:07	12/5/17 11:30	1:00:00
M8	0101A0636	CONNECTEUR 2 VOIES SAPINS	2910	12/5/17 8:30	436,4	7:00:08	12/5/17 15:30	1:00:00
M9	0101A0315	Huf	1	12/5/17 8:30	720,0	0:00:05	12/5/17 8:30	1:00:00
M10								
M11	0101A0133	Terminal Espiral 4001A	16600	12/5/17 8:30	1345,8	12:57:05	12/5/17 21:27	1:00:00
M12	0101A0600	CARTER DE BRAS DROIT	2050	12/5/17 8:30	82,8	26:00:34	13/5/17 10:30	1:00:00
M13	0101A0290	Posicionador Tren de Anclaje B58	1680	12/5/17 8:30	1680,0	1:03:00	12/5/17 9:33	1:00:00
M14	0101A0627	PLOT RIGIDE STANDARD	42000	12/5/17 8:30	378,9	116:22:30	13/5/17 15:00	1:00:00
M15	0101A0627	PLOT RIGIDE STANDARD	1810	12/5/17 8:30	378,9	5:00:55	12/5/17 13:30	1:00:00
Máquina	Código libra do Produto	Designação	Qt. a produzir	Hora de inicio	Qt./hora	Duração estimada (horas)	Hora fim Produção	
M1	0101A0068	Tampa Parochoques TL18M' 04 Esq.	422	12/05/2017 11:28	87,80488	5:02:47	12/05/2017 16:30	
M2	0101A0238	CARTER DOSSIER INT DROITE R3	2880	12/05/2017 15:30	144	21:00:00	13/05/2017 12:30	
M3								
M4	0101A0325	Guide Plastique A912 AV Dir	4750	13/05/2017 17:00	171,4286	29:05:38	14/05/2017 22:05	
M5	0101A0311	Terminal Espiral 354	12000	12/05/2017 18:31	960	13:07:30	13/05/2017 07:38	
M6	0101A0356	Centrador Movil	3500	12/05/2017 12:30	184,6154	19:54:22	13/05/2017 08:24	
M8	0101A0594	Piquage Coude à 90°	400	12/05/2017 16:30	112,5	3:44:00	12/05/2017 20:14	
M9	0101A0025	Tubo Exterior	15200	12/05/2017 09:30	626,087	25:29:30	13/05/2017 10:59	
M10								
M11	0101A0089	Came Commande Esq.	5000	12/05/2017 22:27	257,1429	20:25:00	13/05/2017 18:52	
M12	0101A0507	Grab Haddle Base Black	3500	13/05/2017 11:30	109,0909	33:41:15	14/05/2017 21:11	
M13	0101A0028	Carrete Preto	30000	12/05/2017 10:33	1371,429	22:58:07	13/05/2017 09:31	
M14								
M15	0101A0567	P6000906A00 16,16 Inline	3360	12/05/2017 14:30	211,7647	16:39:36	13/05/2017 07:10	
Margem de erro					5%			
Duração estimada para troca de referência								1:00

Figura 84 - Preenchimento da ferramenta para o dia 1 da semana 24



COPEFI		PLANEAMENTO DA PRODUÇÃO - SEMANA 24/2017 REVISÃO 0							OBS.:
		SEGUNDA 12	TERÇA 13	QUARTA 14	QUINTA 15	SEXTA 16	SEXTA 09	SABADO 10	
450 T (M1)	TAMPA PAROCHOQUES TL18M'04ES (OF 22903/4) - SULNOR	SULNOR- AIR DUCT	AIR DUCT-2780	2780	2780-DIFUSOR	2780 (OF 22867)	2780 (OF 22867)		
480 T (M2)	1935 (OF 22893)-1936 2B58 (OF 22901/2)	1936 2B58 (OF 22901/2) + 1936 3 CARTAO	1936 2B58 (OF 22901/2) + 1936 3 CARTAO		1934-1933	1934 6 B58 (OF 22877/8)- 1935 (OF 22893)			
350 T (M3)	A912AR (OF 22868/9)	A912AR	A912AR	A912AR	A912AR	A912AR (OF 22868/9)	A912AR (OF 22868/9)		
210 T (M4)	XFD PAR (OF 22843/6)	GUIDE A912 AV	GUIDE A912 AV		GUIDE A912 AV	GUIDE A912 AV (OF 22858/9)-XFD PAR (OF 22843/6)		TRIBLOCO T0 (OF 22798)	
50T (M5)	354	MAINT	PION W62 (OF 22905/6)	PION W62 (OF 22905/6)	RING	412 (OF22894)	412 (OF22894)		
100T (M6)	CENTRADOR MOVIL	415-16943107- VERROU	VERROU-RELEASE LEVER	RELEASE LEVER	ACTIVATOR	TETINE (OF 22819)	TETINE (OF 22819)	226	
75 T (M8)	PIQUEAGE 90º DIABOLO	DIABOLO- VARILHAS	VARILHAS- DIABOLO	DIABOLO	HUF BRANCA	SAPINS (OF 22895)	SAPINS (OF 22895)	TOP MOUNT CORE-	
110 T (M9)	huf branca (OF22900)-TUBO (OF 22872)	CONECTOR 1387	ALAVANCA	ALAVANCA	965	197 (OF 22896)-huf branca (OF22900)	huf branca (OF22900)	CALA	
160 T (M11)	CAME COMANDE	CAME COMANDE-BIELA	BIELA-SUPORTE CRISTAL	SUPORTE CRISTAL	X61	4001 novo (OF 22822)	4001 novo (OF 22822)		
110 T (M12)	CARTER 2 PLASTICO (OF 22897/8)-VALPLAS 145 (OF 22507/9)	VALPLAS 145 (OF 22507/9)	FEEM	FEEM	CARTER B78	CARTER B78 3 CARTÃO (OF 22873/4)	CARTER B78 (OF 22873/4) - 2 PLASTICO (OF 22897/8)		
120 T (M13)	CARRETE PRETO (OF 28889)	LUSITANIA (OF 22890)- TOP COJIN	TOP COJIN-2473	2473	2473	POSICIONADOR (OF 22899)	POSICIONADOR (OF 22899)		
200 T (M14)	DRAINER CORNER-PLOT	PLOT 1-PLOT2 -CAIXA - CONECTOR 349-CONECTOR 535-PLUG	PLOT	PLOT	MANIPULO	PLOT (OF 22876)	PLOT (OF 22876)		
110 T (M15)	CONECTOR 906- 1023	CONECTOR 905	PLOT	PLOT	PLOT	PLOT (of 22806)	PLOT (of 22806)		
120 T (M10) - ENSAIOS	REAR RETAINER MIDLE- REAR RETAINER LE/RE- P6002279NOITE	P1009258-P1007720- P6002279NOITE	P1009259-BAGUE-RODILHO	RODILHO	P1010317-PLACAS-INERTIA LOCK	inertia lock	inertia lock		
CAIXAS VERDES		SEPARADORES CARTÃO		PORCAS					
CAIXAS AMARELAS		SEPARADORES ESPUMA		PARAFUSOS					
CAIXAS CARTÃO		PALETES		MOUSSES					

Figura 85 - Planeamento Produção Semana 24



ANEXO XIV – EVOLUÇÃO MENSAL DO TEMPO DE *SETUP* POR MÁQUINA

A Figura 86 ilustra a evolução mensal do tempo de *setup* e de cada uma das duas frações de tempo, ou seja, a fração de tempo em que a máquina está parada sem que nela estejam a ser realizadas operações de *setup* (cor vermelha) e a fração de tempo em que realmente se realizam operações de desmontagem, montagem ou afinação do novo molde (cor verde), em cada uma das 13 máquinas utilizadas no processo de produção da COPEFI.

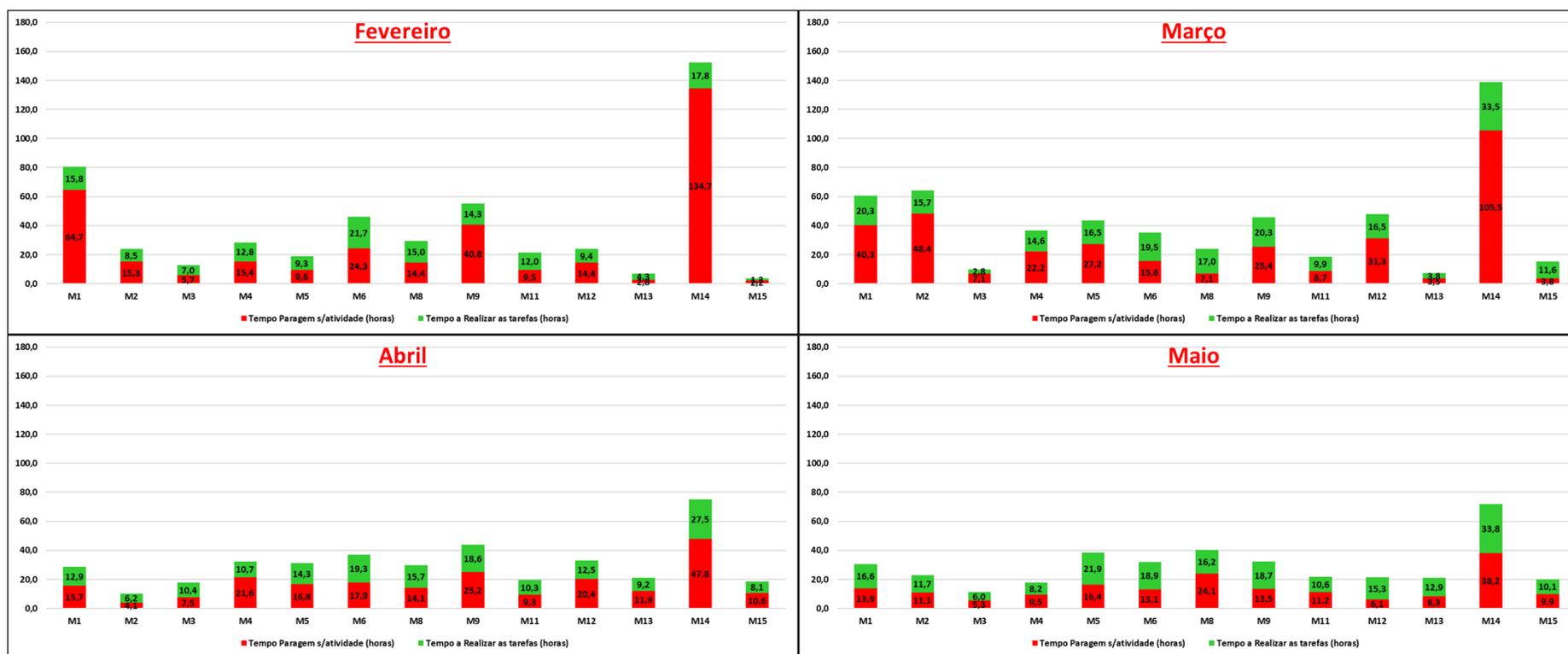


Figura 86 - Evolução mensal do tempo de *setup* por máquina





ANEXO XV – EVOLUÇÃO MENSAL DO TEMPO GASTO ENTRE CADA UMA DAS FASES DO PROCESSO

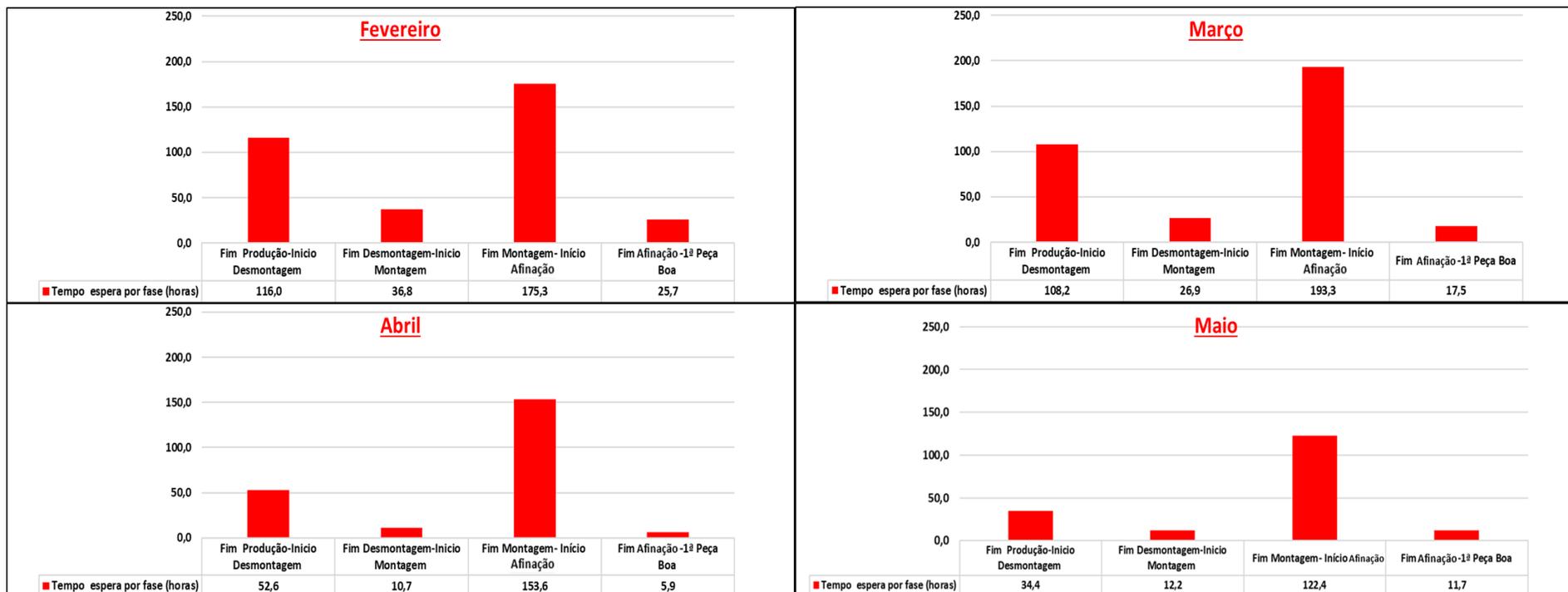


Figura 87 - Evolução do tempo despendido em cada uma das fases do processo de setup





ANEXO XVI – EVOLUÇÃO MENSAL DO TEMPO GASTO NO PROCESSO DE *SETUP*

<u>Fevereiro</u>			<u>Março</u>		
	Total (horas)	Por máquina (horas)		Total (horas)	Por máquina (horas)
Tempo disponível período 10/02/17 - 09/03/17	6578	506	Tempo disponível período 10/03/17 - 09/04/17	7267	559
Tempo Total dispendido no processo de SETUP	502,9		Tempo Total dispendido no processo de SETUP	547,8	
% Tempo mensal gasto nas operações de SETUP	7,6		% Tempo mensal gasto nas operações de SETUP	7,5	

<u>Abril</u>			<u>Maio</u>		
	Total (horas)	Por máquina (horas)		Total (horas)	Por máquina (horas)
Tempo disponível período 10/04/17 - 09/05/17	6773	521	Tempo disponível período 10/05/17 - 09/06/17	8112	624
Tempo Total dispendido no processo de SETUP	398,3		Tempo Total dispendido no processo de SETUP	381,3	
% Tempo mensal gasto nas operações de SETUP	5,9		% Tempo mensal gasto nas operações de SETUP	4,7	

Figura 88 - Evolução percentual mensal do tempo desperdiçado no processo de setup

