

Melhoria de Processo - Aplicação de Metodologias *Lean*

Francisco Manuel Ferreira Rosa Cardoso Pinto

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Ana Reis

Orientador na Empresa: Eng. Diogo Santos



Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica

Setembro de 2020

Dever de sigilo e confidencialidade

A presente dissertação foi elaborada tendo em conta a Cláusula 9 do Acordo de Confidencialidade da Adenda ao Contrato de estágio relativa ao dever de sigilo e confidencialidade.

Resumo

A presente dissertação foi elaborada no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica com especialização em Produção, Concepção e Fabrico da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto durante um estágio curricular na Inplas, empresa do grupo Simoldes, fabricante de componentes plásticos para o sector automóvel.

O principal objetivo foi o de propor e aplicar melhorias à produção de peças para o projeto P24, que produz peças referentes ao Peugeot 2008. As propostas de melhorias foram feitas com base em metodologias, práticas e ferramentas *Lean*, sempre com o intuito de reduzir o desperdício e aumentar os lucros. Também foi analisada o potencial de implementação de medidas 4.0 no grupo e o seu impacto.

A conclusão deste trabalho confere a validade das ferramentas e metodologias aplicadas, como também realça a necessidade da constante procura por melhorias e eficiência.

Process Improvement - Application of Lean Methodologies

Abstract

The present dissertation was elaborated in the scope of the Integrated Master in Mechanical Engineering with specialization in Production, Design and Manufacturing of the Faculty of Engineering of the University of Porto during a curricular internship at Inplas, a company from Simoldes group, manufacturer of plastic components for the automotive sector.

The main objective was to propose and apply improvements to the production of parts for the P24 project, which produces parts referring to the Peugeot 2008. Improvement proposals were made based on Lean methodologies, practices, and tools, always with the aim of reducing the waste and increase profits. The implementation of new technologies and their impact on the company was also analyzed and discussed.

The completion of this work proves the validity of the tools and methodologies applied, as well as emphasizing the need for constant search for improvements and efficiency.

Agradecimentos

À professora Ana Reis pela sua ajuda e orientação.

Ao Eng. Diogo Santos, orientador por parte da empresa, pela ajuda e apoio indispensável e pela excelente recepção e integração na equipa de processo.

A todos os colegas, Daniel Carregosa, Daniela Martins, Carlos Lopes, Miguel Pinho e Miguel Relva, pelo apoio constante e bom ambiente que me proporcionaram.

À minha namorada, Maria Inês, por estar sempre ao meu lado. Aos meus pais, irmãos e irmã, pelos valores e princípios que me inculcaram e continuam a inculcar.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Enquadramento da dissertação e motivação	1
1.2	Objetivos da dissertação	2
1.3	Estrutura da dissertação	2
1.4	Grupo Simoldes	3
1.4.1.	Inplas – Indústria de Plásticos S.A.	3
1.4.2.	Simoldes Plásticos Project System.....	5
1.4.3.	Sistema de Produção Simoldes.....	6
1.4.4.	Projeto P24.....	7
1.5	Metodologias <i>Lean</i>	8
1.5.1.	Introdução ao Lean Thinking	8
1.5.2.	O significado de valor	8
1.5.3.	O significado de desperdício.....	8
2	Caso de estudo: P24.....	11
2.1	Recolha de informação	14
2.1.1.	RO e PPMs.....	14
2.1.2.	Taxa de ocupação	15
2.2	Plano de ações de melhoria.....	17
2.3	Reduções de tempos de ciclo	20
2.4	Alteração de gamas de embalagem.....	23
2.5	Alterações de layout.....	27
2.6	Molde 9288	29
2.7	Molde 9298	34
2.8	Molde 9437 e 9438	39
2.9	Resumo de ganhos e conclusões	45
3	Indústria 4.0 na Simoldes.....	46
3.1	Enquadramento histórico	47
3.2	Aquisição de dados e parâmetros de produção	49
3.3	Implementação de RFID	50
3.3.1.	Tecnologia RFID.....	51
3.3.2.	Rastreabilidade na produção	53
3.3.3.	Gestão de stocks	54
3.3.4.	Gestão de meios de produção.....	55
3.3.5.	Conclusões da implementação de RFID.....	57
4	Conclusões e trabalhos futuros.....	58
4.1	Conclusões	58
4.2	Trabalhos futuros	59
	Referências	60
	ANEXO A: Glossário de Termos e Acrónimos	61
	ANEXO B: Dados e operações dos postos de injeção.....	66
	ANEXO C: PDCA do projeto P24	75
	ANEXO D: Processo de injeção	78

Índice de Figuras

Figura 1 - Evolução cronológica do grupo Simoldes.....	3
Figura 2 - Inplas exterior	3
Figura 3 - Exemplos de peças interiores produzidas na Inplas	4
Figura 4 - Exemplos de peças exteriores produzidas na Inplas	4
Figura 5 - Processos tecnológicos utilizados na Inplas	5
Figura 6 - Fases do Simoldes Plásticos <i>Project System</i>	5
Figura 7 - Sistema de Produção Simoldes.....	6
Figura 8 - Peças produzidas para o Peugeot 2008.....	11
Figura 9 - Legenda dos layouts dos postos de injeção.....	11
Figura 10 - Exemplo de Quadro de Controlo de Produção ou TRS	14
Figura 11 - VSM global do projeto P24	19
Figura 12 - <i>Layout</i> do posto de injeção do molde 9290 antes e depois da redução de MOD.....	21
Figura 13 - Gama de embalagem do molde 9295 em março	24
Figura 14 - Gama de embalagem do molde 9295 em julho.....	24
Figura 15 - <i>Sangles</i> do molde 9299	24
Figura 16 - Alteração da gama de embalagem das peças produzidas pelo molde 9300.....	25
Figura 17 - Gama de embalagem antiga do molde 9301	26
Figura 18 - Gama de embalagem nova do molde 9301	26
Figura 19 - Colocação de feltros na peça do molde 9300	27
Figura 20 - Alteração <i>layout</i> molde 9300	27
Figura 21 - Peça direita do molde 9288	29
Figura 22 - VSM da versão grelha plástica do molde 9288	30
Figura 23 - Alteração do <i>layout</i> do posto de injeção do molde 9288.....	31
Figura 24 - Método de fixação da bancada de montagem G do posto de injeção do molde 9288	32
Figura 25 - Cinemática do robot do posto de injeção do molde 9288 após implementação do <i>one piece flow</i>	33
Figura 26 - Peça produzida pelo molde 9298 com os componentes.....	34
Figura 27 - VSM do molde 9298	35
Figura 28 – Alterações do <i>layout</i> do posto de injeção do molde 9298	36
Figura 29 - <i>Layout</i> do posto de injeção do molde 9298 com redução de MOD	37
Figura 30 - Ganhos com redução de MOD do posto de injeção 9298.....	38
Figura 31 - Ganhos com redução do tempo de ciclo da máquina de injeção do posto de injeção do molde 9298.....	38
Figura 32 - Peça produzida pelo molde 9437	39
Figura 33 - Peça produzida pelo molde 9438	39
Figura 34 - <i>Layout</i> do posto de injeção do molde 9437	40
Figura 35 - VSM do molde 9437	41
Figura 36 - <i>Layout</i> do posto de injeção do molde 9437 com redução de MOD a operar em paralelo e em série.....	42
Figura 37 - Evolução Industrial (Román, 2016) adaptado	48

Figura 38 - Modo de armazenamento das mãos-presas	55
Figura 39 - Esquema de uma máquina de injeção	78
Figura 40 - Zonas do fuso de uma máquina de injeção.....	78
Figura 41 - Fases do processo de injeção	79
Figura 42 - Esquema da fase de injeção	79
Figura 43 - Esquema da fase de comutação das pressões.....	79
Figura 44 - Esquema da fase de 2ª pressão.....	79
Figura 45 - Esquema da almofada da fase de 2ª pressão.....	79
Figura 46 - Esquema da fase de plastificação e arrefecimento	79
Figura 47 - Esquema da fase de arrefecimento e solidificação do material fundido	79

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Fases do projeto P24	6
Tabela 2 – Tabela dos dados dos postos de injeção	12
Tabela 3 - Tabela de códigos para preencher o quadro TRS	15
Tabela 4 - Tabela para medição dos tempos das operações realizadas pelos operadores	16
Tabela 5 - Melhorias propostas para os moldes do P24	17
Tabela 6 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9290.....	20
Tabela 7 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9290 antes e depois da redução de MOD	21
Tabela 8 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9293.....	22
Tabela 9 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9293 após balanceamento das operações	22
Tabela 10 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9295.....	23
Tabela 11 - Operações realizadas pelo operador 1 do posto de injeção do molde 9299	25
Tabela 12 - Operações realizadas pelo operador 2 do posto de injeção do molde 9300	26
Tabela 13 - Operações do operador 1 e 2 do posto de injeção do molde 9300 após alteração de <i>layout</i> e gama de embalagem	28
Tabela 14 - Dados e operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9288	29
Tabela 15 - Operações realizadas pelos operadores antes e depois da implementação do <i>one piece flow</i> no posto de injeção do molde 9288.....	31
Tabela 16 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9298.....	36
Tabela 17 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9298 com redução de MOD	37
Tabela 18 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9437.....	40
Tabela 19 - Operações a realizar pelos operadores do posto de injeção do molde 9437 com redução de MOD e a trabalhar em paralelo e em série	42
Tabela 20 - Ganhos com redução de MOD para o posto de injeção do molde 9437 a funcionar em paralelo.....	43
Tabela 21 - Ganhos com redução de MOD para o posto de injeção do molde 9437 a funcionar em série.....	43
Tabela 22 - Ganhos com redução de TC do posto de injeção do molde 9437	44
Tabela 23 - Ganhos das melhorias implementadas no projeto P24	45
Tabela 24 - Diferenças dos valores dos tempos médios de ciclo das máquinas de injeção obtidos pelo sistema de aquisição de dados subtraindo os valores obtidos pelo método atual	49
Tabela 25 - Diferença de valores entre RO do sistema atual e dos sistemas de aquisição de dados.	49
Tabela 26 - Tipos e classes de etiquetas RFID	51
Tabela 27 - Características de etiquetas RFID passivas.....	51
Tabela 28 - Características de etiquetas RFID activas.....	51
Tabela 29 - Tipos e características de leitores RFID	52
Tabela 30 - Preço de etiquetas RFID.....	52
Tabela 31 - Preço leitores RFID.....	52
Tabela 32 - Custo de implementação na rastreabilidade na produção de plásticos	53
Tabela 33 - Custo de implementação da gestão de stocks	54

Tabela 34 - Custo de implementação de gestão de meios de produção	56
Tabela 35 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9098.....	66
Tabela 36 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9161.....	66
Tabela 37 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9162.....	67
Tabela 38 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9163.....	67
Tabela 39 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9288.....	67
Tabela 40 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9289.....	68
Tabela 41 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9290.....	68
Tabela 42 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9291.....	68
Tabela 43 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9293.....	69
Tabela 44 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9295.....	69
Tabela 45 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9298.....	70
Tabela 46 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9299.....	70
Tabela 47 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9300.....	71
Tabela 48 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9301.....	71
Tabela 49 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9437.....	72
Tabela 50 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9438.....	72
Tabela 51 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9458.....	73
Tabela 52 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9660.....	73
Tabela 53 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9709.....	73
Tabela 54 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9711.....	74
Tabela 55 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9886.....	74
Tabela 56 - PDCA do projeto P24 à data de 25/06/2020	75
Tabela 57 - PDCA do projeto P24 à data de 24/07/2020	76
Tabela 58 - PDCA do projeto P24 à data de 16/09/20	77

1 Introdução

O presente capítulo trata de abordar o enquadramento, motivação, objetivos e estrutura da dissertação e fazer a apresentação da empresa e das metodologias utilizadas durante o estágio.

1.1 Enquadramento da dissertação e motivação

Este documento foi elaborado no âmbito da unidade curricular Dissertação de Mestrado, do ramo de Produção, Conceção e Fabrico, do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Tem como objetivo relatar a aplicação prática de metodologias *Lean* e implementação de novas tecnologias em ambiente empresarial, durante um período de, aproximadamente, 4 meses na Inplas, que fornece componentes poliméricos para a indústria automóvel.

1.2 Objetivos da dissertação

O presente documento trata de seguir e analisar o projeto P24 que está a decorrer na Inplas e a implementação de novas tecnologias no grupo Simoldes. Para o fazer foi realizado um levantamento da eficiência dos moldes deste projeto durante o mês de fevereiro e março.

Utilizando métricas e metodologias já utilizadas pela equipa de processo da empresa, tais como VSM, PDCA, entre outros, foram propostas melhorias de processo e posterior análise de ganhos. Apesar de o departamento onde se realizou o estágio ser o de processo, também foram analisadas possíveis melhorias de outros departamentos com vista a melhorar a eficiência produtiva. Sempre que foi possível obter uma melhoria, esta foi proposta e analisada.

1.3 Estrutura da dissertação

A dissertação está dividida em 4 capítulos incluindo o presente. Segue a sequência do trabalho realizado cronologicamente. Sendo estes:

- Capítulo 1: Trata do enquadramento, motivação, objetivos e estrutura da dissertação e fazer a apresentação da empresa e das metodologias utilizadas durante o estágio;
- Capítulo 2: Expõe o caso de estudo, iniciando-se por um diagnóstico do estado inicial do projeto e plano de ações de melhoria. No final do capítulo serão apresentadas as possíveis conclusões e ganhos provenientes dessas melhorias;
- Capítulo 3: Discute a implementação de novas tecnologias, nomeadamente a implementação de indústria 4.0 aliada ao uso de etiquetas com código RFID;
- Capítulo 4: Indica quais as conclusões que foram possíveis de ser retiradas durante e após o desenvolvimento desta dissertação e os trabalhos futuros propostos.

1.4 Grupo Simoldes

O Grupo Simoldes é constituído por duas divisões, a divisão de aços, que iniciou atividade em 1959 e é atualmente composta por 7 empresas, e a divisão de plásticos, que iniciou atividade em 1980 e é atualmente composta por 8 empresas, conforme se pode ver na figura 1. As fábricas da divisão de plásticos do grupo Simoldes estão dispersas por Portugal, Brasil, França, Polónia, República Checa e Marrocos, e dedicam-se principalmente à injeção de componentes poliméricos para a indústria automóvel.

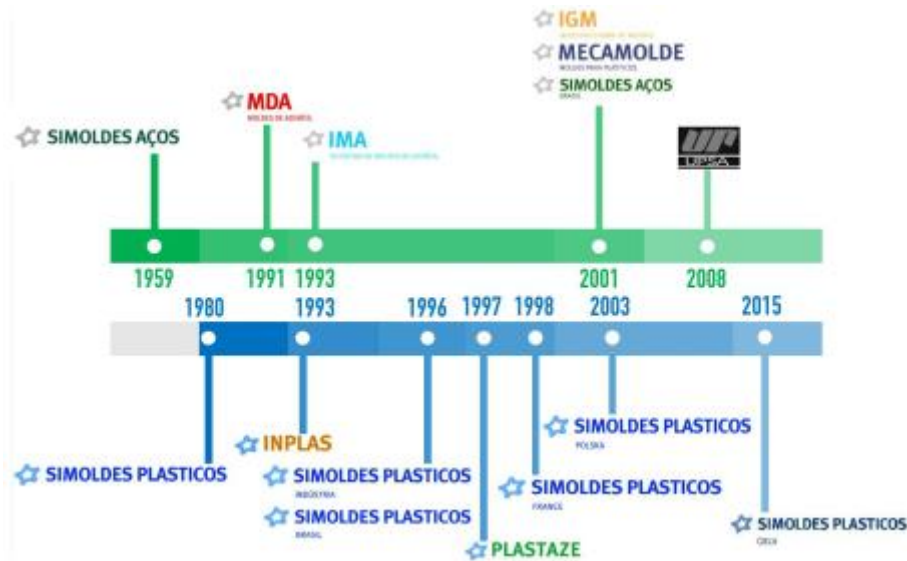


Figura 1 - Evolução cronológica do grupo Simoldes

1.4.1. Inplas - Indústria de Plásticos S.A.

A Inplas, à semelhança das outras empresas da divisão de plásticos, está organizada por departamentos, nomeadamente: direção de fábrica, recursos humanos, departamento financeiro, produção, logística, qualidade, manutenção, engenharia do produto e engenharia de processo.



Figura 2 - Inplas exterior

Foi no departamento de engenharia de processo que o estágio foi realizado. Este departamento tem como objetivo garantir a existência das condições necessárias à produção de componentes com qualidade, tendo como foco da sua atuação a implementação de melhorias contínuas aos processos produtivos.

A Inplas tem como principais clientes a PSA, Renault e Grupo VW e fabrica peças plásticas tanto do exterior como do interior dos automóveis, demonstrado nas figuras 3 e 4.

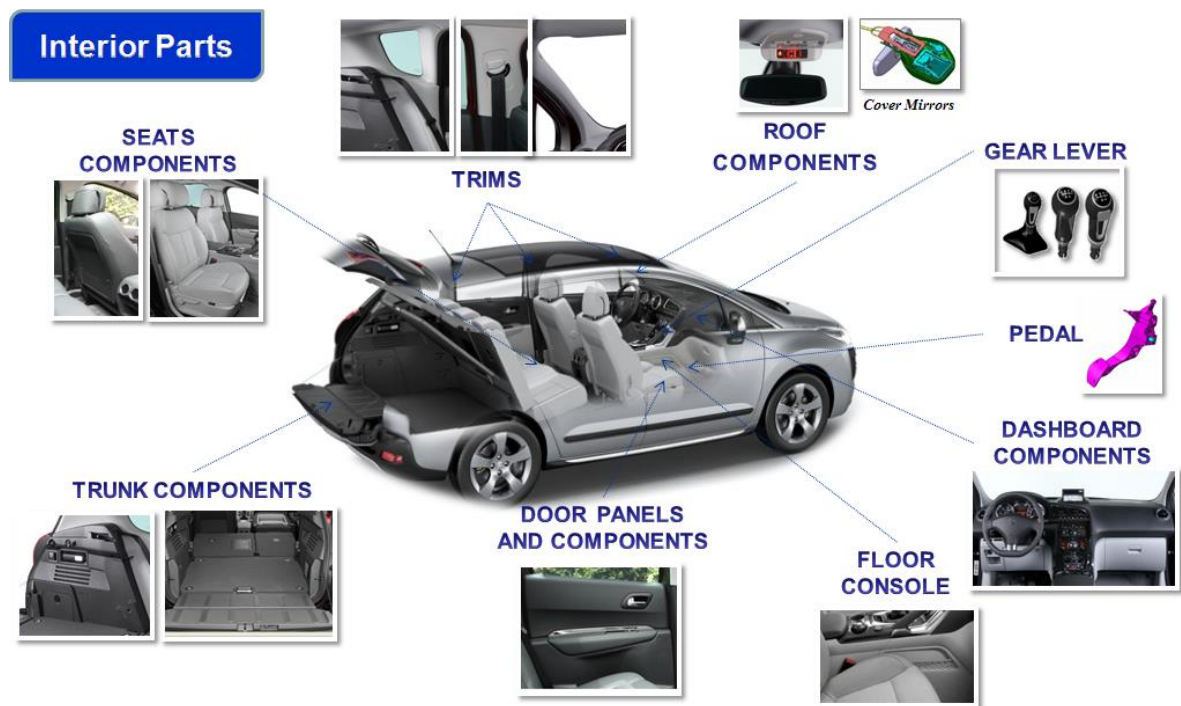


Figura 3 - Exemplos de peças interiores produzidas na Inplas



Figura 4 - Exemplos de peças exteriores produzidas na Inplas

Para além dos processos de injeção, algumas das peças produzidas na Inplas podem passar por processos de pintura e/ou acabamentos. Na figura 5 são indicados os processos tecnológicos utilizados na empresa.

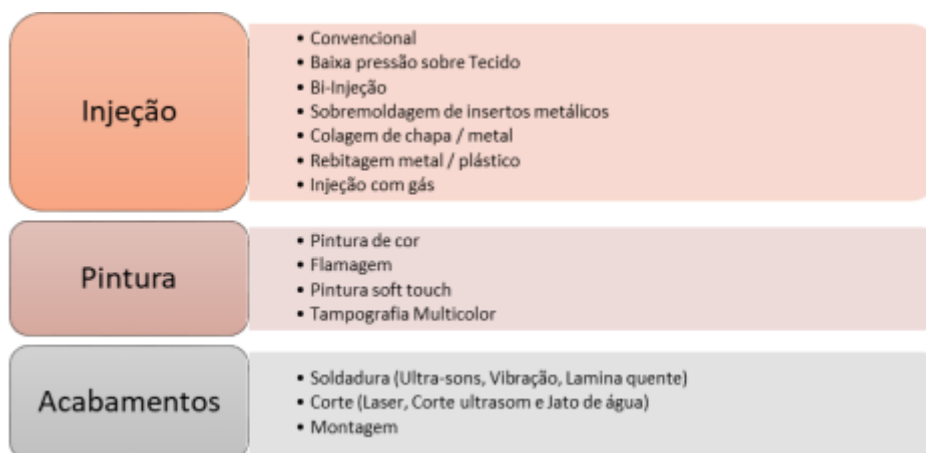


Figura 5 - Processos tecnológicos utilizados na Inplas

1.4.2. Simoldes Plásticos Project System

Na divisão de plásticos os projetos passam por 5 fases, conforme representado na figura 6, onde várias áreas estão interligadas. Cada uma das fases tem uma série de tarefas definidas entre os diversos elementos da equipa de projeto. Durante estas 5 fases destacam-se as especificações de meios produtivos (moldes, ferramentas, equipamentos), de controlo, validações internas e com o cliente (produto, meios e processo), elaboração e seguimento de FMEA de produto, processo e elaboração da documentação do posto de trabalho, gamas de fabrico, qualidade e embalagem.



Figura 6 - Fases do Simoldes Plásticos Project System

É na fase 5 que a presente dissertação irá focar-se, sendo a fase que trata de otimizar os processos de produção através da aplicação dos métodos de melhoria contínua e que teve início ao mesmo tempo que o estágio sobre o qual incide a presente dissertação, como descrito na tabela 1.

Tabela 1 - Fases do projeto P24

DATAS ALTERAÇÃO		REVISÃO Nº	HISTÓRICO/DESCRIÇÃO DE MODIFICAÇÕES
Prevista	Realizada		
dez/17	jan/18	0	Início Fase II: Após Caract.Especiais + Sinótico <i>After Special Caract.+ Process Fluxogram</i>
mar/18	mar/18	1	Fim Fase II: Antes das FEE's <i>Before Devices Enquiries</i>
-	abr/18	2	Integração da GLC no FMEA do P24
dez/18	jan/19	3	Fase III: Antes do fim construção dos Perif. <i>Before Devices manufacturing end</i>
-	abr/19	4	Integração da pintura do enjeuliver do montant baie no FMEA do P24
jul/19	ago/19	5	Início Fase IV : Após transfe. Fábrica <i>After Plant transfer</i>
nov/19	dez/19	6	Fase V : 1 mês após SOP <i>One month after SOP</i> (coerência CSE c/ PCP serie)
jan/20	fev/20	7	Entrega à INP

1.4.3. Sistema de Produção Simoldes

De forma similar ao TPS (*Toyota Production System*), o grupo Simoldes desenvolveu um sistema de produção próprio, demonstrado na figura 7. Este tem como objetivo consolidar os métodos de trabalho e ferramentas de melhoria contínua e, com isso, reduzir o desperdício no fluxo de valor, aumentando a competitividade do grupo.

O grupo alvo do SPS são os diretores, responsáveis de departamentos e líderes de equipa. Tem 8 princípios, sendo estes:

- Princípio de puxar (*Pull System*);
- Orientação por processo;
- Qualidade perfeita;
- Flexibilidade;
- Standardização;
- Melhoria contínua e eliminação de desperdícios;
- Transparência;
- Envolvimento dos colaboradores.

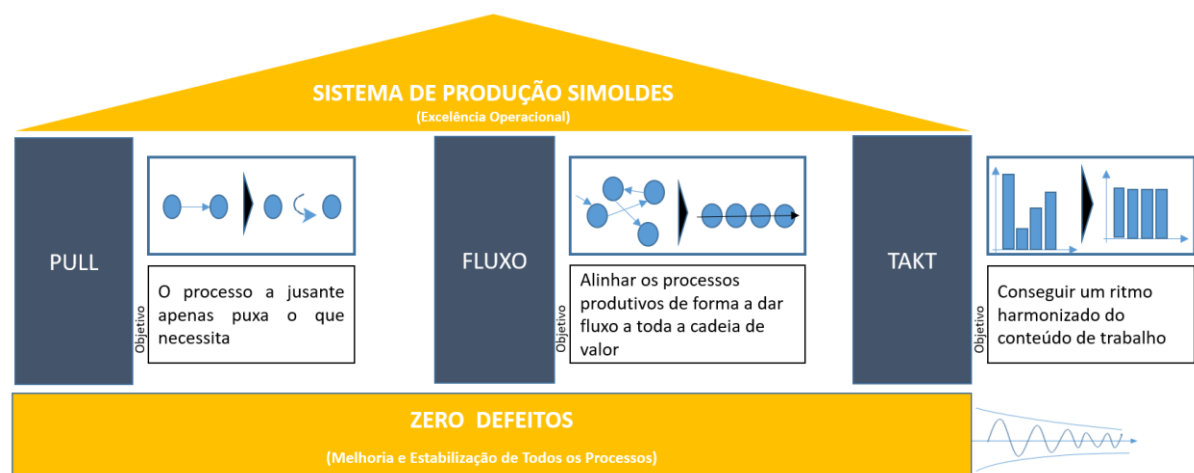


Figura 7 - Sistema de Produção Simoldes

O objetivo final passa por permitir a produção da peça certa, na quantidade certa, com qualidade certa, pelo preço certo, no tempo certo e no lugar certo.

1.4.4. Projeto P24

O foco da presente dissertação é o projeto P24, que produz peças para o Peugeot 2008 e engloba 21 moldes. No entanto, nem todos os moldes têm o mesmo peso em número de horas de fabrico e peças produzidas. Assim, nem todos sofreram a mesma análise, mas foram escolhidos aqueles que têm maior impacto na produção diária, o que, por sua vez, irá possibilitar maiores ganhos.

1.5 Metodologias *Lean*

De maneira a perceber a base das metodologias *Lean* há que perceber os conceitos que as regem. No presente capítulo é feita uma breve introdução a estes pensamentos e alguns conceitos, sendo os restantes conceitos abordados em detalhe no **ANEXO A: Glossário de Termos e Acrónimos**.

1.5.1. Introdução ao *Lean Thinking*

A designação *Lean Thinking*, como conceito de liderança e gestão empresarial, foi usada pela primeira vez por Womack e Jones (1996), na obra de referência com o mesmo nome. Desde então, o termo é mundialmente aplicado para se referir à filosofia de liderança e gestão que tem por objetivo a sistemática eliminação do desperdício e a criação de valor. Trata-se de um dos mais bem-sucedidos paradigmas de gestão que o mundo empresarial conheceu. (Pinto, 2014)

Esta filosofia tem as suas raízes no TPS (*Toyota Production System*), que foi criado por Taiichi Ohno, Eiji Toyoda e seus colegas entre 1948 e 1975. A validade destes princípios e soluções é comprovada pelo sucesso que a Toyota alcançou ao destronar da primeira posição a General Motors em 2007, classificada desde 1930 como a maior empresa do sector.

1.5.2. O significado de valor

Valor não é o que se recebe em troca de uma soma monetária, é tudo o que legitima a atenção, tempo e esforço que se dedica a algo. Para uma organização, valor é tudo aquilo que o cliente, colaboradores, acionistas, fornecedores e sociedade em geral interpreta como necessário para garantir a sua satisfação. Não cumprir com os requisitos destas partes irá comprometer o futuro de qualquer organização.

Para criar valor para as partes interessadas é importante saber quais é que a organização serve, permitindo conhecer as suas necessidades e expectativas, eliminando todas as atividades que, na sua perspetiva, não lhes acrescentem valor.

1.5.3. O significado de desperdício

Por sua vez, desperdício são todas as atividades que não acrescentam valor, também denominado por *muda* pelos japoneses. O desperdício torna os produtos mais caros sem que o cliente sinta que o valor mais elevado valha a pena, perdendo-se vantagem competitiva no mercado.

A vantagem competitiva mede-se pelo valor que as organizações criam e por aquilo que pedem em troca. Quanto mais favorável for esta relação para o cliente, maiores as hipóteses de vencer no mercado. (Pinto, 2014)

Existem, no entanto, desperdícios necessários, como *setups* ou inspeções, e desperdício puro, tais como paragens ou avarias, entre outros.

1.5.4. JIT (*Just in Time*)

De acordo com Ohno (1988), o sistema de operações JIT envolve duas componentes:

- O sistema *Kanban*: Por muitos designado por produção *pull* ou puxada, tornou-se o elemento de referência do sistema de produção da Toyota;
- O nivelamento da produção (*Heijunka*);

O JIT é uma técnica de produção puxada segundo a qual todos os outputs são realizados no momento certo, na quantidade pedida e no local combinado, recorrendo ao paradigma *pull* e ao *Kanban* para controlar e disciplinar o fluxo de materiais, pessoas e informação.

1.5.5. PDCA

A metodologia PDCA, *Plan, Do, Check, Adjust/Act*, é uma metodologia de resolução de problemas baseada em oito passos para propor soluções. Descrevem-se de seguida os oito passos desta metodologia:

1. Identificar e descrever o problema: definição do problema com identificação do desvio em relação a uma causa normal, esta deve ser clara, concisa e mensurável;
2. Perceber o problema: observar o problema, perguntar aonde, quando, o quê, como quanto e deve incluir um pequeno historial;
3. Objetivo: Deve ser claro, conciso, mensurável, data para resolução do problema;
4. Perceber as causas: Usar técnicas de análise FMEA e brainstorming para identificar todas as causas possíveis do problema com todos os membros da equipa;
5. Tarefas: Realizar as tarefas definidas nos passos anteriores, sendo as primeiras as de mais baixo custo e fácil implementação. Cada tarefa deve ser alocada a, pelo menos, um membro da equipa;
6. Resultados: Avaliar os resultados recolhendo dados nos atuais processos e comparando-os com os dados antes da implementação;
7. Standardizar e treinar os membros da equipa: Criar método de trabalho com as implementações e treinar todos os membros da equipa afetados;
8. Reconhecer e partilhar o sucesso: Celebração do sucesso com todos que contribuíram;

Esta metodologia, baseada em factos, vai permitir que todo o processo de planeamento, decisão e de resolução do problema seja feito consistentemente, garantindo desta maneira que o problema seja efetivamente resolvido em vez de simplesmente mascarado. (Pinto, 2014)

1.5.6. VSM (*Value Stream Mapping*)

Ferramenta apresentada por Rother (1999) que permite visualizar o percurso (ou mapa) de um produto ou serviço ao longo de toda a cadeia de valor (entenda-se esta como o conjunto de todas as atividades que ocorrem desde a obtenção do pedido até à entrega ao cliente final do produto ou serviço). Trabalhar a partir da perspetiva da cadeia de valor garante ao gestor ter uma visão global dos processos, não se concentrando apenas em processos individuais ou na otimização das partes. (Pinto, 2014)

O mapeamento da cadeia de valor facilita a visualização da situação atual e na construção da situação futura. Permitindo que atividades que não acrescentem valor sejam eliminadas ou minimizadas, tanto do fluxo de materiais, de informação ou de atividades, tendo como objetivo principal a redução dos tempos (*lead time*) dos processos.

2 Caso de estudo: P24

O projeto P24 trata de produzir variadas peças, representadas na figura 8, para o Peugeot 2008 e engloba 21 moldes.



Figura 8 - Peças produzidas para o Peugeot 2008

De maneira a perceber quais os moldes que careciam de maior intervenção, foram calculados os valores de RO, PPM's e cronometrados os tempos das operações realizadas pelos operadores para se obter a respetiva taxa de ocupação. Aliado a esta recolha de informação, que decorreu durante o mês de fevereiro e março, esteve a decisão do orientador da Inplas, que conhecendo o projeto e experiência, sugeriu escolher 4 dos 21 moldes que pertencem ao P24 para realizar uma análise pormenorizada por representarem os produtos com maior valor acrescentado. Para os restantes 17 moldes foram propostas melhorias mais simples e diretas, tais como reduções de tempo de ciclo, de mão de obra direta ou alterações de gamas de embalagem.

De forma a facilitar a análise das tabelas de dados, tabela 2, e *layouts*, figura 9, dos postos de injeção será feita uma descrição dos mesmos.

Legenda:					
	Produto Final do posto de trabalho		Bancadas, rampas ou tapete		Periféricos
	Produto não conforme (rejeitados)		Componentes, acessórios, M. P.		Operador
				Documentação	 Entrada de embalagens
					 Saída de embalagens

Figura 9 - Legenda dos layouts dos postos de injeção

Tabela 2 – Tabela dos dados dos postos de injeção

INJEÇÃO	
Máquina:	
Molde:	
T/C [sec]:	
N.º Cavidades:	
N.º MOD:	
RO:	
PPMs:	
Necessidade Carros/Dias:	
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:	
Necessidade MOD/Mês:	

Onde:

- **Máquina:** máquina de injeção onde foram realizadas as medições dos tempos de ocupação dos operadores do posto de injeção;
- **Molde:** molde que foi sujeito às medições dos tempos de ocupação dos operadores;
- **T/C [sec]:** tempo de ciclo teórico definido nos parâmetros de injeção para a combinação máquina de injeção e molde;
- **N.º de Cavidades:** número de peças que o molde em questão produz por ciclo. Sempre que as peças não forem iguais designa-se 1+1 para indicar esse facto;
- **N.º MOD:** número de mão de obra direta, ou operadores, do posto de injeção para o molde em questão;
- **RO:** rendimento operacional calculado através da equação A. 9 do **ANEXO A: Glossário de Termos e Acrónimos**, sendo o valor de referência de 85% para os postos de injeção;
- **PPMs:** quantidade de defeitos encontrados por milhão de produtos realizados, conforme descrito no **ANEXO A: Glossário de Termos e Acrónimos**, calculado a partir da Equação A. 5. Os PPMs apresentados ao longo da dissertação são os internos, isto é, são referentes às peças rejeitadas internamente e não chegam ao cliente final e o valor de referência será de 5000;
- **Necessidade carros/dia:** número de peças que são necessárias produzir por dia;
- **Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:** número de dias que o posto de injeção tem de estar em funcionamento para cumprir o número de peças encomendadas por mês. O valor da célula da esquerda é calculado como se o rendimento operacional do posto de injeção fosse 100%, designando-se por valor teórico, como demonstrado na Equação 2.1, sendo o valor da célula da direita, a vermelho, o valor multiplicado pelo rendimento operacional, obtendo-se o valor de dias por mês de funcionamento real do posto de injeção representado na Equação 2.2;

Equação 2. 1

$$Ocupação Máq./Mês Teórico [dias/mês] = \frac{T/C \times Necessidade\ carros/dias \times 22\ dias}{24\ horas \times 3600\ segundos}$$

Equação 2. 2

$$Ocupação Máq./Mês Real [dias/mês] = \frac{\frac{T/C \times Necessidade\ carros/dias \times 22\ dias}{24\ horas \times 3600\ segundos}}{RO}$$

- **Necessidade MOD/Mês:** representa o número de operadores necessários para o posto de injeção do molde em questão produzir todas as peças que são necessárias por mês e é calculado a partir da Equação 2.3, com recurso ao valor teórico da ocupação da máquina de injeção.

Equação 2. 3

$$N.^{\circ}MOD \times 3\ turnos \times \frac{\frac{T/C \times Necessidade\ carros/dias \times 22\ dias}{24\ horas \times 3600\ segundos}}{22\ dias}$$

2.1 Recolha de informação

Este capítulo trata de explicar como foram retirados os valores de rendimento operacional, os PPMs e as taxas de ocupação dos postos de injeção.

2.1.1. RO e PPMs

Para obter os valores de RO e PPMs dos postos de injeção é necessário recolher a informação dos quadros TRS (taxa de rendimento sintético) ou de Controlo de Produção. Nestes quadros são registadas todas as peças que foram produzidas, as que foram rejeitadas e razões de rejeição, informações relativas ao molde e operadores, tempos de paragem, entre outras informações, conforme descrito na figura 10.

A introdução dos dados é feita pelos operadores, o que leva a que alguns dos códigos, ver tabela 3, possam ser preenchidos de maneira diferente dependendo do operador que está a preencher o quadro. A recolha destes dados é feita pessoalmente e inserida manualmente no sistema XPERT por um colaborador no fim de cada turno.

O quadro de controlo de produção (TRS) da Simoldes, modelo KM200I, é dividido em várias secções para registo de dados de produção. As instruções de preenchimento são as seguintes:

- Operadores:** Registar o nome do operador.
- Nº Molde:** Colocar nº de molde e nº de cavidades.
- Designação:** Colocar nome da peça e nº da OF.
- Nº Peça Objecto:** Copiar objetivo definido pela OF do nº de peças por hora.
- Nº Peça Real:** Escrever o total de peças injetadas por hora.
- Rejeições:** Escrever o código e tipo de defeito da peça rejeitada.
- Paragens:** Escrever o código e tipo de paragem da máquina.
- Apontar nº de retido em curso:** Apontar o total de peças rejeitadas.
- Colocar hora de início de paragem:** Colocar hora de início de paragem.
- Colocar hora de fim de paragem:** Colocar hora de fim de paragem.
- Colocar hora da 1ª peça boa:** Colocar hora da 1ª peça boa.

As instruções de cálculo são:

- Calcular totais:** Calcular o total de peças produzidas e rejeitadas.
- Calcular rendimento e PPM's:** Calcular o rendimento operacional (RO) e os PPMs (Peças por Milhão).

Figura 10 - Exemplo de Quadro de Controlo de Produção ou TRS

TABELA DE CÓDIGOS

[illegible]

Ao reduzir o tempo de ciclo das máquinas de injeção é necessário ter em conta os diferentes níveis de *performance* dos operadores, para que estes sejam capazes de fabricar peças sem defeitos continuamente ao longo do turno. Assim, com alguma experiência, é possível perceber se dado operador está familiarizado com certo posto de injeção. Se assim for, terá de se ter esse facto em conta quando se analisar as taxas de ocupação obtidas.

Tabela 4 - Tabela para medição dos tempos das operações realizadas pelos operadores

PROJECTO:			Nº MOLDE:			MAQUINA																	CICLO TEÓRICO MÁQ.:							
PESSOA QUE MEDIU OS TEMPOS:			Nº REFº PRODUTO:																				Nº CAVIDADES - MOLDE:							
DATA:			DESCRIÇÃO PRODUTO:																			Nº PESSOAS INDEXADAS À MAQ. INJEÇÃO / LINHA								
			CRONOMETRAGENS																											
Nº	Nº OP	DESCRIÇÃO DA ACTIVIDADE	VALOR ACRES. (sim = X)	Nº PEÇAS / CRONO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TEMPO / PEÇA (média)	TEMPO / PEÇA (melhor)	TEMPO / PEÇA (pior)	TEMPO VA / PEÇA (média)	TEMPO VA / PEÇA (melhor)	TEMPO / PEÇA (média) * FC
1																														
2																														
3																														
4																														
5																														
6																														
TOTAL			0												SOMA DAS ACTIVIDADES (TEMPO / PEÇA)															
										OCUPAÇÃO / PAX / CICLO (seg.)																				
										% OCUPAÇÃO / PAX																				
																									Média	Melhor	Pior	Média VA	Melhor	Média *

2.2 Plano de ações de melhoria

Na tabela 5 estão discriminados os moldes que foram alvo de análise, alguns dos parâmetros que foram analisados e quais as ações de melhoria sugeridas desde o início do SPPS deste projeto. De notar que o PDCA, presente no **ANEXO C: PDCA do projeto P24**, teve início em junho enquanto que as ações de melhoria foram iniciadas em fevereiro, data de entrega deste projeto à Inplas.

Tabela 5 - Melhorias propostas para os moldes do P24

P24									
MOLDE	PEÇA	DESIGNAÇÃO	TC (s)	OPERAÇÕES	%OCUPAÇÃO			MOD	ACÇÕES
					OP1	OP2	OP3		
9098		Garniture Inf Pied AV D/G	54	Montagem+Embalagem	70%	86%	-	2	Reduzir TC
9161		Garniture Longeron AV D/G	60	Montagem+Embalagem	67%	67%	-	2	Reduzir TC
9162		Garniture Inf Pied Central D/G	55	Montagem+Embalagem	63%	54%	-	2	Reduzir TC
9163		Garniture Sup Pied Central D/G	42	Montagem+Embalagem	73%	73%	-	2	Reduzir TC
9288		Montant Baie D/G	48	Montagem+Embalagem	88%	86%	86%	3	Análise de reclamações
9289		Repose Pied AV D	49	Embalagem	78%	-	-	1	Reduzir TC
9290		Longeron AR AB/Sans AB D/G	60	Montagem+Embalagem	92%	64%	64%	3	Reduzir TC; Balancear Operações
9291		Cache Pied Retro D/G	42	Embalagem	65%	-	-	1	Reduzir TC
9293		Panneau AR	46	Montagem+Embalagem	63%	96%	-	2	Reduzir TC; Balancear Operações
9295		Custode D/G	50	Montagem+Embalagem	90%	90%	-	2	Reduzir TC; Alterar GE
9298		Volet Inf	65	Montagem+Embalagem	57%	57%	53%	3	Reduzir TC; Reduzir MOD
9299		Trappe Triangle	60	Montagem+Embalagem	87%	69%	-	2	Reduzir TC; Alterar GE <i>Sangles</i>
9300		Volet Sup AR	46	Montagem+Embalagem	98%	81%	-	2	Implementar periférico de deteção feltros
9301		Volet Lat AR D/G	50	Montagem+Embalagem	63%	63%	-	2	Reduzir TC; Alterar GE
9437		Assemb. Garnt Lat Coffre D	57	Montagem+Embalagem	50%	50%	60%	3	Reduzir TC; Redução de MOD
9438		Assemb. Garnt Lat Coffre G	57	Montagem+Embalagem	62%	62%	63%	3	Reduzir TC; Redução de MOD
9458		Support Faisceau BVA	49	Montagem+Embalagem	78%	-	-	1	Reduzir TC
9660		Repose Pied AV D	45	Montagem+Embalagem	68%	-	-	1	Reduzir TC
9709		Garniture Longeron AV Eletico D/G	67	Montagem+Embalagem	64%	64%	-	2	Reduzir TC
9711		Longeron AR AB Eletico AB D/G	60	Montagem+Embalagem	83%	83%	-	2	Reduzir TC
9886		Enjoliveur Repose Pied DAD	50	Embalagem	78%	-	-	1	Reduzir TC

Na tabela 5, são apresentados os códigos dos moldes, uma fotografia da peça em questão e a sua designação, o tempo de ciclo da máquina de injeção, as operações que são realizadas no posto de injeção desse molde, a taxa de ocupação dos operadores desse posto de injeção (verde será uma taxa aceitável e vermelho que carece de melhoria), o número de operadores no posto de injeção e, por fim, as ações que foram definidas desde o início da fase 5 do SPPS deste projeto.

Os moldes com cor de fundo amarela serão os que terão uma análise VSM mais detalhada, nomeadamente o 9288, 9298, 9437 e 9438, por representarem as peças de maior valor acrescentado do projeto. Foi também realizado um VSM simplificado do projeto completo, apresentado na figura 11.

De forma a reduzir a quantidade de informação não pertinente para a análise deste projeto as melhorias propostas para cada molde foram agrupadas em reduções de tempo de ciclo,

alterações de gamas de embalagem e alterações de *layout*. Sendo que os moldes 9288, 9298, 9437 e 9438 serão discutidos num subcapítulo próprio. No final do presente capítulo serão discutidos os ganhos e conclusões das ações de melhoria propostas.

No entanto, as tabelas com dados e operações realizadas pelos operadores de cada posto de injeção encontram-se no **ANEXO B: Dados e operações dos postos de injeção**.

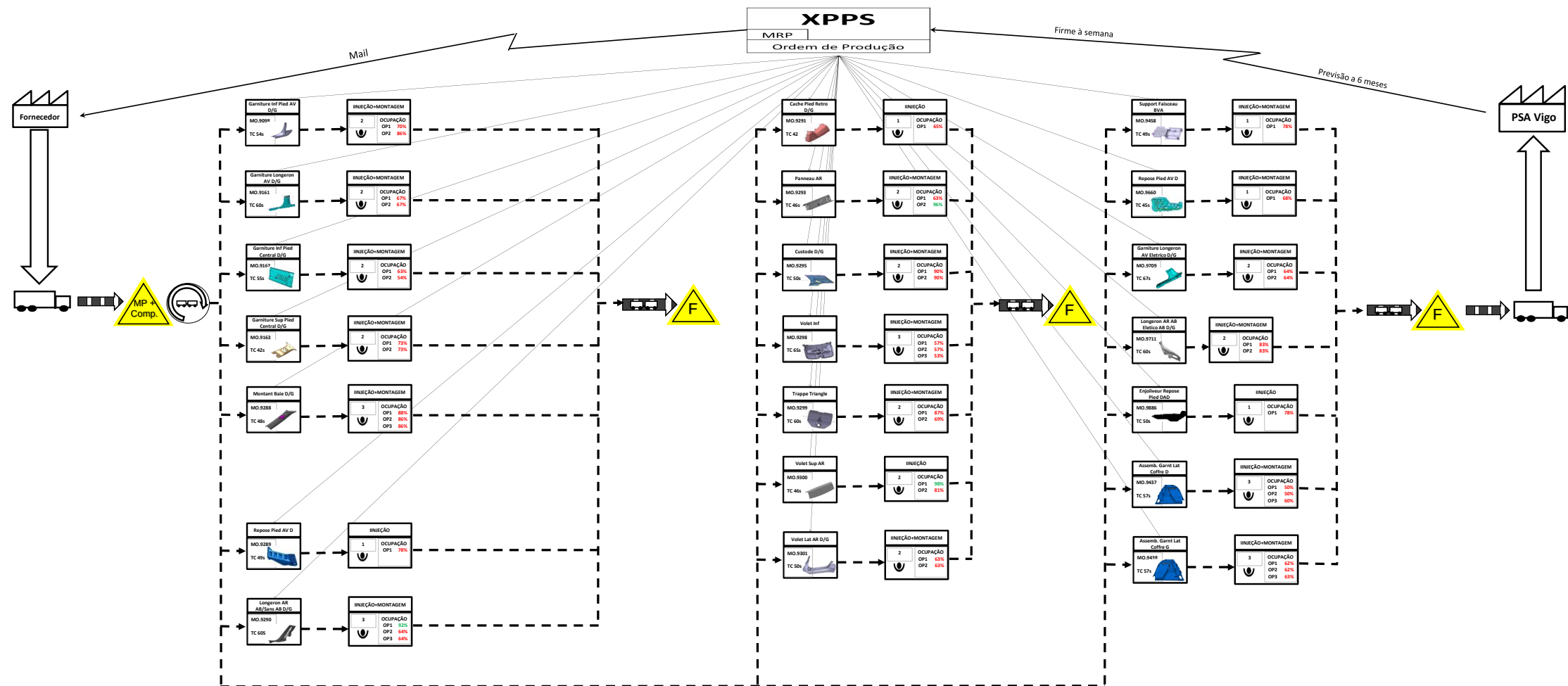


Figura 11 - VSM global do projeto P24

2.3 Reduções de tempos de ciclo

Na grande maioria, apenas a partir das medições dos tempos das operações realizadas pelos operadores dos postos de injeção, foi possível pedir ensaios para redução dos tempos de ciclo das máquinas de injeção. Isto porque o *target* para a taxa de ocupação dos operadores é de 90%, sendo que depende da quantidade e dificuldade das tarefas que eles têm de realizar.

Estes ensaios são feitos pela equipa de afinadores e consistem numa análise dos parâmetros de injeção até se obter peças conformes com o menor tempo de ciclo possível. Os parâmetros normalmente avaliados nos ensaios são o tempo de arrefecimento e a 2ª pressão, ver **ANEXO D: Processo de injeção**, sendo que estes parâmetros necessitam de ser validados pela equipa de afinadores e produção. Também podem ser alterados os tempos de abertura e fecho do molde ou velocidades do robot. Posteriormente as peças são enviadas para a metrologia e laboratório para serem medidas, analisadas e testadas segundo as exigências do cliente final.

No entanto casos houve onde só apenas depois de balancear as operações realizadas pelos operadores foi possível pedir ensaio para redução do tempo de ciclo da máquina de injeção. Serão esses os casos abordados neste subcapítulo.

Ao realizar as medições dos tempos de ciclo dos operadores e determinar as suas taxas de ocupação do posto de injeção do molde 9290 não era possível pedir ensaio para redução do tempo de ciclo da máquina de injeção, conforme a tabela 6 demonstra.

Tabela 6 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9290

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º e 3º OPERADOR			
Máquina:	EN 1700 VI		Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	0.5	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9290		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar a face visível virada para baixo na base do equipamento de montagem	7.9	1	Analisar peça de acordo com GC e embalar segundo GE		35.3
T/C [sec]:	60								
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	5.7	2	Trocar de embalagem e colocar rótulo na embalagem antes da 1ª peça		3.1
N.º MOD:	3								
RO:	86.5%		3	Colocar 1 espuma no indexador da peça indicado e acionar START	5.8	Tempo total A...Z:		38.4	
PPMs:	9,070					Ocupação/Pax/Ciclo:		38.4	
Necessidade Carros/Dias:			4	Retirar peça da base do equipamento, marcar com o número de operador e colocar na bancada para o próximo posto	8.3	%Ocupação/Pax:		64%	
	1021								
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:		27.6				
15.60		18.03	Ocupação/Pax/Ciclo:		55.2				
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:		92%				
	6.38								

No entanto, após observar no local, foi proposto balancear as operações realizadas pelos operadores. Assim, a partir das medições dos tempos já realizadas, obteve-se a tabela 7 que compara a situação antes e depois. Com esta alteração, além de se reduzir o número de operadores, é possível requisitar um ensaio para redução do tempo de ciclo do posto de injeção. A alteração do *layout* proveniente desta redução de MOD é apresentada na figura 12.

Tabela 7 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9290 antes e depois da redução de MOD

1º OPERADOR (ANTES)			1º OPERADOR (DEPOIS)			2º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	0.5	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar a face visível virada para baixo na base do equipamento de montagem	7.9	1	Recolher peça esquerda do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça com a face visível virada para	8.5	1	Recolher peça direita do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça com a face visível virada para	9.3
2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	5.7	2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	4.5	2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	4.4
3	Colocar 1 espuma no indexador da peça indicado e acionar START	5.8	3	Colocar 1 espuma no indexador da peça indicado e acionar START	2.8	4	Colocar 1 espuma no indexador da peça indicado e acionar START	2.5
4	Retirar peça da base do equipamento, marcar com o número de operador e colocar na bancada para o próximo posto	8.3	4	Marcar com nrº de operador e retirar peça da base do equipamento	6.4	4	Marcar com nrº de operador e retirar peça da base do equipamento	6.6
Tempo total A...Z:		27.6	5	Embalar de acordo com GE	15.2	4	Embalar de acordo com GE	15.2
Ocupação/Pax/Ciclo:		55.2	6	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	2.0	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	2.0
%Ocupação/Pax:		92%						
2º e 3º OPERADOR (ANTES)								
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1						
1	Analisar peça de acordo com GC e embalar segundo GE	35.3	Tempo total A...Z:			40.0		
2	Trocar de embalagem e colocar rótulo na embalagem antes da 1ª peça	3.1	Ocupação/Pax/Ciclo:			40.0		
Tempo total A...Z:		38.4	%Ocupação/Pax:			66%		
Ocupação/Pax/Ciclo:		38.4						
%Ocupação/Pax:		64%						

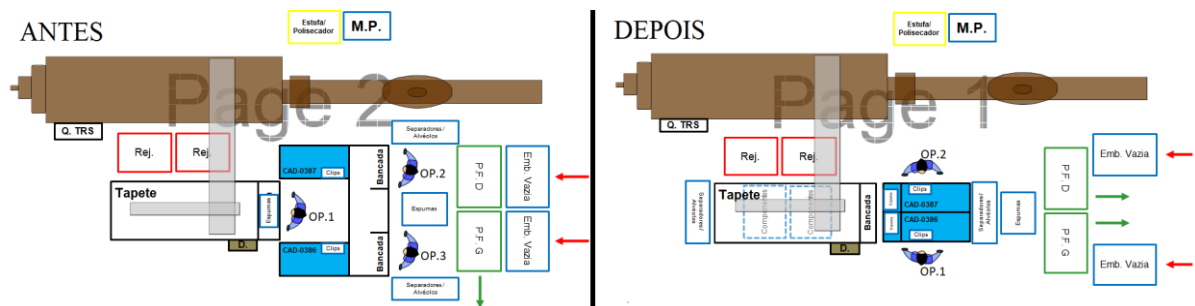


Figura 12 - Layout do posto de injeção do molde 9290 antes e depois da redução de MOD

Para o molde 9293 foi necessário analisar as operações de ambos os operadores de maneira a perceber se seria possível reduzir o tempo de ciclo. Assim, apresenta-se o estado inicial das operações realizadas pelos operadores deste posto de injeção na tabela 8.

Tabela 8 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9293

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º OPERADOR					
Máquina:	SD 1100		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	
Molde:	MO.9293		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar peça na bancada		2,9	1	Recolher peça e montar 1 Insono		14,0	
T/C [sec]:	46										
N.º Cavidades:	1		2	Montar 4 clips		13,8	2	Trocar peça do ciclo anterior para a do ciclo atual no equipamento de soldadura e pressionar START		6,4	
N.º MOD:	2										
RO:	95,2%		3	Montar e testar Flap		7,1	3	Verificar os 4 pontos de soldadura, marca peça com nrº de operador e embalar segundo GE		23,1	
PPMs:	7 507										
Necessidade Carros/Dias:			4	Marcar peça com o nrº de operador e passar a peça para o posto seguinte		5,4	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		0,5	
	1187										
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			29,2	Tempo total A...Z:			44,0	
13,90			14,60			Ocupação/Pax/Ciclo:			29,2	Ocupação/Pax/Ciclo:	44,0
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			63%	%Ocupação/Pax:			96%	
	3,79										

Após analisar o ciclo presencialmente e realizar a medição dos tempos das operações foi sugerido a alteração de sequência de operações demonstrada na tabela 9. O *layout* deste posto de injeção manteve-se.

Tabela 9 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9293 após balanceamento das operações

1º OPERADOR (DEPOIS)			2º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar peça na bancada	2,9	1	Montar e testar Flap	7,1
2	Montar 4 clips	13,8	2	Trocar peça do ciclo anterior para a do ciclo atual no equipamento de soldadura e pressionar START	6,4
3	Montar 1 Insono	14,0	3	Verificar os 4 pontos de soldadura, marca peça com nrº de operador e embalar segundo GE	23,1
4	Marcar peça com o nrº de operador e passar a peça para o posto seguinte	5,4	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,5
Tempo total A...Z:		36,1	Tempo total A...Z:		37,1
Ocupação/Pax/Ciclo:		36,1	Ocupação/Pax/Ciclo:		37,1
%Ocupação/Pax:		78%	%Ocupação/Pax:		81%

Assim, foi possível requisitar um ensaio para redução do tempo de ciclo.

2.4 Alteração de gamas de embalagem

Os moldes 9098, 9289, 9293, 9295, 9298, 9299 e 9301 sofreram alterações aos sacos das embalagens. Estas podem aparentar não apresentar ganhos, mas, devido à cadência diária destes moldes, representam ganhos significativos. Estes e restantes ganhos obtidos a partir de alterações às gamas de embalagem serão apresentados no fim deste capítulo na tabela de ganhos.

Para o molde 9295, nas medições de março, os operadores possuíam taxas de ocupação de 90% e quando se voltaram a medir as taxas de ocupação em julho estas passaram a 73%, representado na tabela 10.

Tabela 10 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9295

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR (ANTES)			1º e 2º OPERADOR (DEPOIS)		
Máquina:	KM 800 IV		Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9295		1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base do equipamento de montagem/deteção	6,0	1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base do equipamento de montagem/deteção	6,0
T/C [sec]:	50							
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 3 clips no porta-agrafos	6,4	2	Montar 3 clips no porta-agrafos	6,4
N.º MOD:	2							
RO:	93,0%		3	Montar 1 insono	8,9	3	Montar 1 insono	8,9
PPMs:	8 965							
Necessidade Carros/Dias:			4	Accionar botão START do equipamento e marcar a peça com nrº de operador	2,7	4	Accionar botão START do equipamento e marcar a peça com nrº de operador	2,7
	1187							
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Embalar a peça de acordo com GE	20,3	5	Embalar a peça de acordo com GE	11,9
	15,11	16,25						
Necessidade MOD/Mês:			6	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,9	6	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,9
	4,12							
			Tempo total A...Z:		45,0	Tempo total A...Z:		36,7
			Ocupação/Pax/Ciclo:		45,0	Ocupação/Pax/Ciclo:		36,7
			%Ocupação/Pax:		90%	%Ocupação/Pax:		73%

Isto deve-se a alguns fatores, nomeadamente:

- Familiarização, por parte dos operadores, das tarefas a realizar;
- Redução do número de clips a inserir no periférico;
- Alteração da gama de embalagem.

Todos os três pontos têm importância na maior eficiência por parte dos operadores, contudo a alteração da gama de embalagem é sem dúvida a de maior relevância. Nas figuras 13 e 14 pode se observar a alteração que foi feita que permitiu uma redução do tempo da operação de embalamento da peça de 20,3 para 11,9 segundos.



NIVEL 1 - 16 PARES

16 PARES DE PEÇAS ENSACADAS INDIVIDUALMENTE.
COLOCAR SEPARADOR VERTICAL ENTRE PARES.
COLOCAR SEPARADOR HORIZONTAL ENTRE NIVEIS.

Figura 13 - Gama de embalagem do molde 9295 em março



DISPOSIÇÃO DOS NIVEIS

2 NIVEIS COM 16 PARES DE PEÇAS SEM ENSACAR.
COLOCAR SEPARADOR VERTICAL ENSACADO ENTRE
PARES.

Figura 14 - Gama de embalagem do molde 9295 em julho

Enquanto que em março as peças eram ensacadas individualmente, em julho apenas se ensaca o separador reduzindo o número de vezes que o operador tem de ensacar. Além de que, caso tenha tempo não ocupado, pode ensacar separadores para os próximos ciclos, adiantando trabalho. Assim foi possível pedir um ensaio para redução do tempo de ciclo da máquina de injeção.

Para o molde 9299 o estrangulamento do posto de injeção está no operador 1 e, ao analisar presencialmente a sequência das operações, chegou-se à conclusão de que as *Sangles* são providenciadas pelo fornecedor em molhos a granel. Isto dificulta a separação em *Sangles* individuais devido ao facto de possuírem feltro e colarem-se umas às outras.



Figura 15 - *Sangles* do molde 9299

Assim, foi sugerido uma gama de embalagem alternativa ao fornecedor, como demonstrado na figura 15, uma que permitisse a rápida separação unitária das *Sangles*, de maneira a reduzir o tempo perdido pelo operador nesta operação que não acrescenta valor ao produto final. Após esta alteração foi possível pedir um ensaio para reduzir o tempo de ciclo da máquina de injeção, passando a ser o valor mínimo de 50 segundos para o ciclo conforme a tabela 11.

Tabela 11 - Operações realizadas pelo operador 1 do posto de injeção do molde 9299

1º OPERADOR (ANTES)			1º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	NrºOp./Peça	0,5	Peça de A...Z:	NrºOp./Peça	0,5
1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base de montagem do botão	3,4	1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base de montagem do botão	3,4
2	Montar 1 botão na abertura da peça	5,4	2	Montar 1 botão na abertura da peça	5,4
3	Colocar peça na base de pré-montagem das sangles e pré-montar sangles	14,6	3	Colocar peça na base de pré-montagem das sangles e pré-montar sangles	12,9
4	Colocar peça no RAC de transferência	2,8	4	Colocar peça no RAC de transferência	2,8
Tempo total A...Z:		26,2	Tempo total A...Z:		24,5
Ocupação/Pax/Ciclo:		52,3	Ocupação/Pax/Ciclo:		49,0
%Ocupação/Pax:		87%	%Ocupação/Pax:		82%

A gama de embalagem do molde 9300 também foi alterada, ver antes e depois da figura 16. Com a alteração à gama de embalagem, o operador deixou de ter de ensacar peça a peça o que representa ganhos em termos de disponibilidade conforme apresentado na tabela 12. No subcapítulo seguinte será abordado as restantes alterações ao posto de injeção deste molde.



Figura 16 - Alteração da gama de embalagem das peças produzidas pelo molde 9300

Tabela 12 - Operações realizadas pelo operador 2 do posto de injeção do molde 9300

2º OPERADOR (ANTES)			2º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça, analisar de acordo com GC, colocar etiqueta e embalar a peça segundo GE	22,4	1	Recolher peça, analisar de acordo com GC, colocar etiqueta e embalar a peça segundo GE	26,4
2	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	14,8	2	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	9,3
Tempo total A...Z:		37,2	Tempo total A...Z:		35,8
Ocupação/Pax/Ciclo:		37,2	Ocupação/Pax/Ciclo:		35,8
%Ocupação/Pax:		81%	%Ocupação/Pax:		78%

O molde 9301 também foi alvo de alterações às gamas de embalagem com o intuito de reduzir o número de paletes que se têm de movimentar no chão de fábrica. O método utilizado até à data era o da figura 17, de dois níveis com sete peças por nível, e o proposto é o da figura 18, com dois níveis e dez peças por nível.



Figura 17 - Gama de embalagem antiga do molde 9301



Figura 18 - Gama de embalagem nova do molde 9301

Antes da otimização eram necessárias 2,7 paletes por hora e com a alteração da gama de embalagem este valor passou para 1,9. Ou seja, um ganho 0,8 por hora o que equivale a um ganho de 6,4 paletes por turno. Isso leva a que o operador do posto de injeção ganhe disponibilidade, o que despoletou um pedido para ensaio de redução do tempo de ciclo da máquina de injeção.

2.5 Alterações de layout

Para o molde 9300 foi requisitado um equipamento de detecção da presença dos feltros, demonstrados na figura 19. O equipamento, ao verificar que a peça está OK, efetua um pico de validação. Isto levou a uma alteração de *layout* conforme descrito na figura 20.

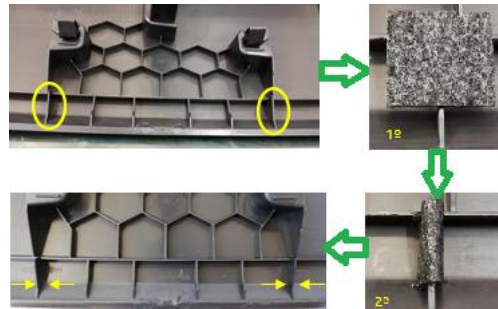


Figura 19 - Colocação de feltros na peça do molde 9300

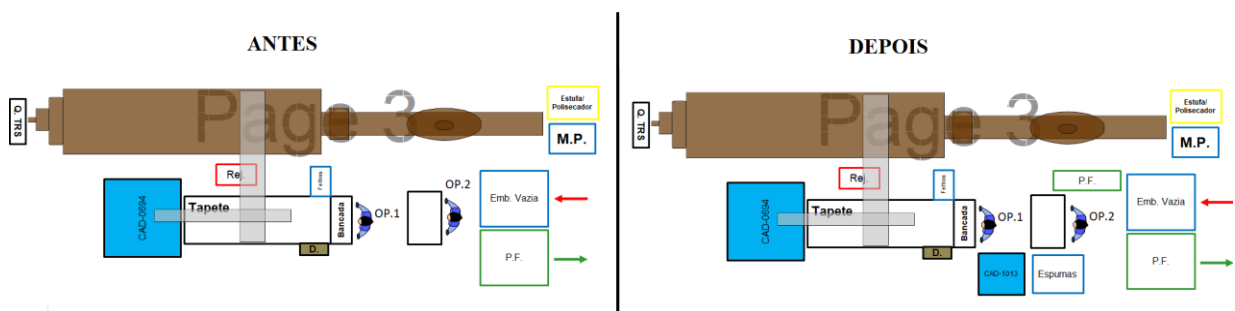


Figura 20 - Alteração *layout* molde 9300

Após a implementação do periférico a taxa de ocupação do operador 1 foi reduzida, conforme demonstrado na tabela 13, e com a alteração de embalagem apresentada no subcapítulo anterior a disponibilidade dos operadores aumentou. Assim, foi requisitado um ensaio para redução do tempo de ciclo da máquina de injeção.

1º OPERADOR (ANTES)			1º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	NrºOp./Peça	1	Peça de A...Z:	NrºOp./Peça	1
1	Recolher peças do tapete, analisar segundo GC e colocar peças na bancada	12,9	1	Retirar par de peças do tapete, analisar de acordo com GC e colar 2 feltros em cada peça	25,6
2	Virar as peças e colar 2 Feltros em cada peça	13,5	2	Marcar com nrº de operador e retirar par de peças do ciclo anterior do equipamento de deteção	3,5
3	Verificar a presença de 7 Clips metálicos (com marcador verde) em cada peça	9,9	3	Colocar peças na bancada para o próximo posto	3,2
4	Marcar peças com nrº de operador e passar peças para o próximo posto	8,9	4	Colocar peças do presente ciclo no equipamento de deteção de feltros	8,2
Tempo total A...Z:		45,2	Tempo total A...Z:		40,5
Ocupação/Pax/Ciclo:		45,2	Ocupação/Pax/Ciclo:		40,5
%Ocupação/Pax:		98%	%Ocupação/Pax:		88%
2º OPERADOR (ANTES)			2º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça, analisar de acordo com GC, colocar etiqueta e embalar a peça segundo GE	22,4	1	Recolher peça, analisar de acordo com GC, colocar etiqueta e embalar a peça segundo GE	26,4
2	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	14,8	2	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	9,3
Tempo total A...Z:		37,2	Tempo total A...Z:		35,8
Ocupação/Pax/Ciclo:		37,2	Ocupação/Pax/Ciclo:		35,8
%Ocupação/Pax:		81%	%Ocupação/Pax:		78%

Tabela 13 - Operações do operador 1 e 2 do posto de injeção do molde 9300 após alteração de *layout* e gama de embalagem

2.6 Molde 9288

O molde 9288 é um dos moldes analisados mais complexos pois possui variadas versões e trata de produzir o pilar A do Peugeot 2008 demonstrado na figura 21.

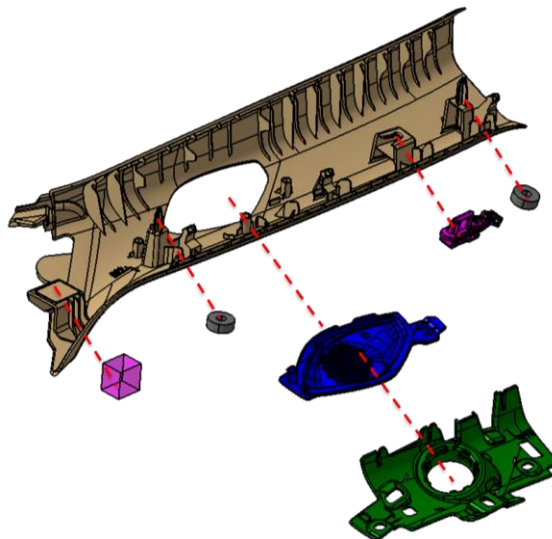


Figura 21 - Peça direita do molde 9288

VSM da peça está representado na figura 22 e tem como dados e operações a realizar pelos operadores os da tabela 14.

Tabela 14 - Dados e operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9288

INJEÇÃO		1º OPERADOR			2º e 3º OPERADOR		
Máquina:	KM 800 III	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9288	1	Recolher peça esquerda do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter	16,3	1	Recolher peça e montar 2 anilhas de espuma	6,9
T/C [sec]:	48	2	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte	4,8	2	Montar 1 Tether Clip	5,7
N.º Cavidades:	1+1	3	Recolher peça direita do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter	16,3	3	Retirar peça do ciclo anterior do equipamento de soldadura e colocar peça do presente ciclo	5,2
N.º MOD:	3	4	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte	4,8	4	Marcar peça do ciclo anterior com o número de operador e embalar de acordo com a GE	15,1
RO:	82,9%				5	Efetuar leitura Poka-Yoke, trocar embalagem e colocar rótulo	8,4
PPMs:	35 157						
Necessidade Carros/Dias:							
1187							
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:		Tempo total A...Z:		42,2			
14,51	17,50	Ocupação/Pax/Ciclo:		42,2			
Necessidade MOD/Mês:		%Ocupação/Pax:		88%			
5,94					Tempo total A...Z:		41,3
					Ocupação/Pax/Ciclo:		41,3
					%Ocupação/Pax:		86%

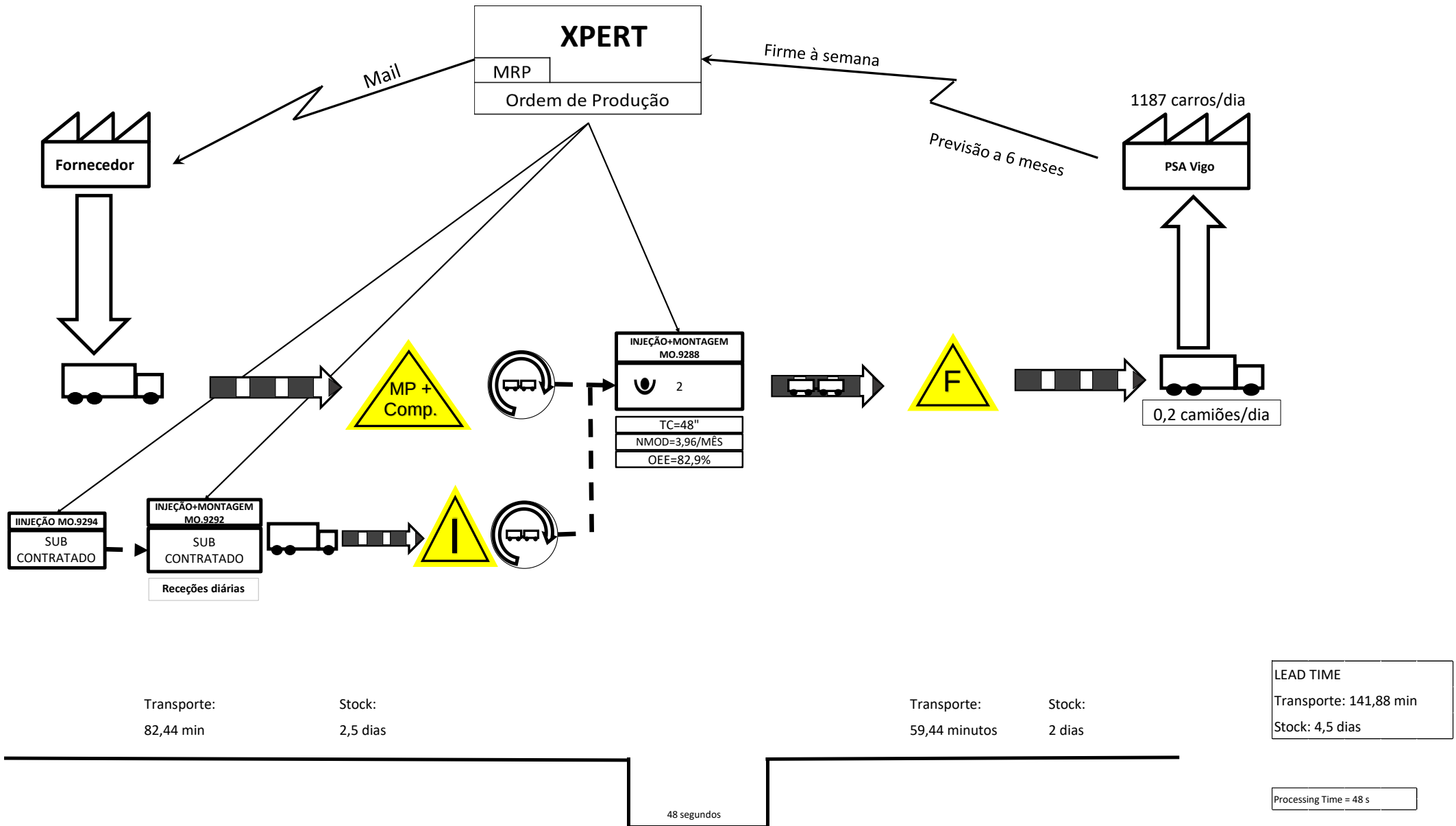


Figura 22 - VSM da versão grelha plástica do molde 9288

Sendo este um posto de injeção que já recebeu reclamações por falta de soldadura dos componentes, foram propostas duas alternativas para combater este facto.

Uma das propostas envolvia o uso de etiquetas RFID e será discutida no capítulo **3.2.2 Rastreabilidade na produção de plásticos**. No entanto esta seria uma proposta a longo prazo visto não ser possível implementá-la de imediato.

Assim, propôs-se implementar o *one piece flow*, isto é, fluxo de apenas uma peça entre etapas. Para o fazer, a equipa de robots desenvolveu uma base que prende a peça. Isto veio a alterar o *layout* do posto de injeção, apresentado na figura 23, e as operações que os operadores realizam, demonstrado na tabela 15 uma comparação entre o antes e depois.

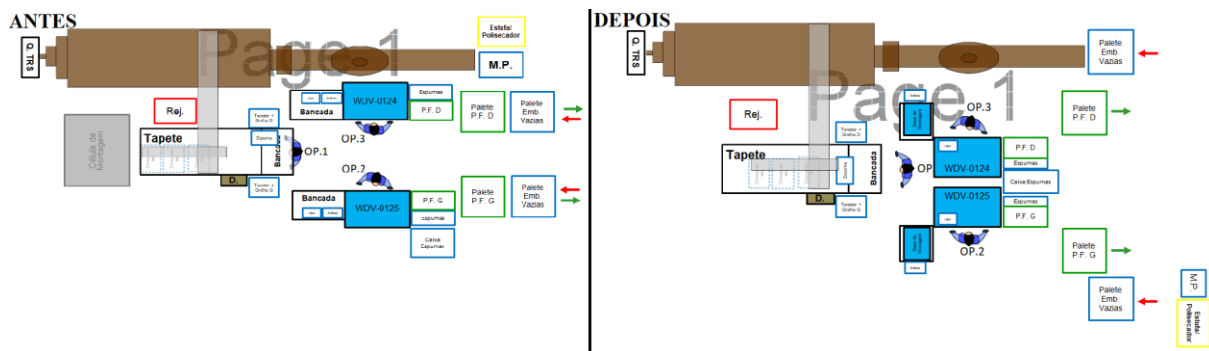


Figura 23 - Alteração do *layout* do posto de injeção do molde 9288

Tabela 15 - Operações realizadas pelos operadores antes e depois da implementação do *one piece flow* no posto de injeção do molde 9288

1º OPERADOR (ANTES)			2º e 3º OPERADOR (ANTES)			1º OPERADOR (DEPOIS)			2º e 3º OPERADOR (DEPOIS)		
Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça esquerda do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter	16.3	1	Recolher peça e montar 2 anilhas de espuma	6.9	1	Recolher peça esquerda do tapete e analisar de acordo com a Gama de Controlo	4.7	1	Recolher peça com anilhas da base de montagem e colocar no equipamento de soldadura	3.2
2	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte	4.8	2	Montar 1 Tether Clip	5.7	2	Montar 1 grelha e 1 espuma	7.3	2	Montar 1 Tether Clip e accionar START do equipamento	5.2
3	Recolher peça direita do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter	16.3	3	Retirar peça do ciclo anterior do equipamento de soldadura e colocar peça do presente ciclo	5.2	3	Colocar peça na base de montagem do posto seguinte	5.0	3	Montar 2 Anilhas na peça do ciclo seguinte	7.7
4	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte	4.8	4	Marcar peça do ciclo anterior com o número de operador e embalar de acordo com a GE	15.1	4	Recolher peça direita do tapete e analisar de acordo com a Gama de Controlo	8.0	4	Aguardar fim de ciclo de soldadura	14.2
Tempo total A...Z:		42.2	5	Efetuar leitura Poka-Yoke, trocar embalagem e colocar rótulo	8.4	5	Montar 1 grelha e 1 espuma	4.7	5	Recolher peça e embalar de acordo com a Gama de Embalagem	10.0
Ocupação/Pax/Ciclo:		42.2	Tempo total A...Z:		41.3	6	Colocar peça na base de montagem do posto seguinte	5.3	6	Trocar embalagem de produto final e colocar novo rótulo	2.6
%Ocupação/Pax:		88%	Ocupação/Pax/Ciclo:		41.3	7	Trocar embalagens de grelhas	1.2	Tempo total A...Z:		42.9
			%Ocupação/Pax:		86%	Tempo total A...Z:		36.2	Ocupação/Pax/Ciclo:		42.9
						Ocupação/Pax/Ciclo:		36.2	%Ocupação/Pax:		89%
						%Ocupação/Pax:		75%			

A implementação do *one piece flow* não foi apenas desenvolver uma base de montagem de componentes, pois isso não iria prevenir que as peças chegassem ao cliente sem terem passado pelo periférico de soldadura, ou seja que os operadores não colocassem a peça no periférico. Foi necessário estabelecer um conjunto de regras para a sequência de operações entre a base de montagem e o periférico de soldadura. Estas são as seguintes:

- A base de montagem prende a peça quando esta é detetada a partir de um calcador e uma ventosa, identificadas por um círculo vermelho na figura 24;
- O periférico de soldadura prende a peça quando esta é detetada a partir de um calcador e uma ventosa;
- O periférico de soldadura só inicia ciclo quando a base de montagem tem uma peça presa;
- O operador, enquanto aguarda que o periférico de soldadura termine o ciclo, coloca 2 anilhas de espuma identificadas por um círculo amarelo na figura 24;
- A base de montagem só solta a peça 5 segundos depois de o periférico de soldadura ter terminado o seu ciclo e essa peça ter sido retirada, para dar tempo ao operador de embalar a peça.

O objetivo destas regras são de não permitir ao operador 2 ou 3 manusear duas peças ao mesmo tempo e garantir o fluxo de peças da base de montagem para o periférico de soldadura e do periférico para a embalagem, sem que peças passem da base de montagem para a embalagem sem passar no periférico de soldadura.

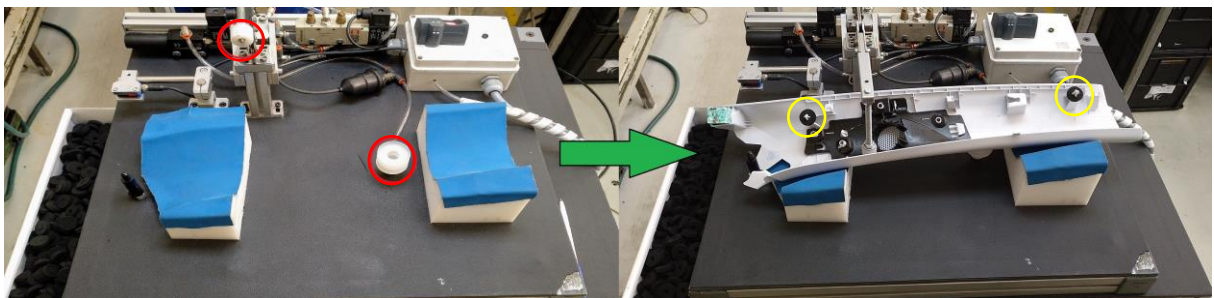


Figura 24 - Método de fixação da bancada de montagem G do posto de injeção do molde 9288

Também foi alterada a cinemática do robot da máquina de injeção. Isto porque para garantir o fluxo de apenas uma peça para os operadores 2 e 3, o operador 1 só pode passar peças para os postos seguintes quando a base de montagem está livre. Caso um dos operadores 2 ou 3 se atrase, o operador 1 começa a acumular peças, isto pode levar a erros e falhas por parte dos operadores. Assim, foi desenhado uma nova cinemática conforme apresentado na figura 25.

O intuito deste redesenho é de preencher o tapete com peças sem deixar que estas se acumulem no fim do mesmo. Para isso, existe um sensor no início do tapete, zona de depósito, e um no fim do tapete, zona do operador. Caso o tapete esteja cheio, o robot aguarda que o operador 1 retire as peças do fim do tapete, até esse momento o robot está parado e, por sua vez, a máquina de injeção também.

Esta solução veio a eliminar as reclamações por parte do cliente, no entanto, conforme se pode perceber pela cinemática do robot, é de esperar uma redução de disponibilidade (RU) deste posto de injeção devido a micro paragens, o que irá reduzir o seu rendimento operacional (RO).

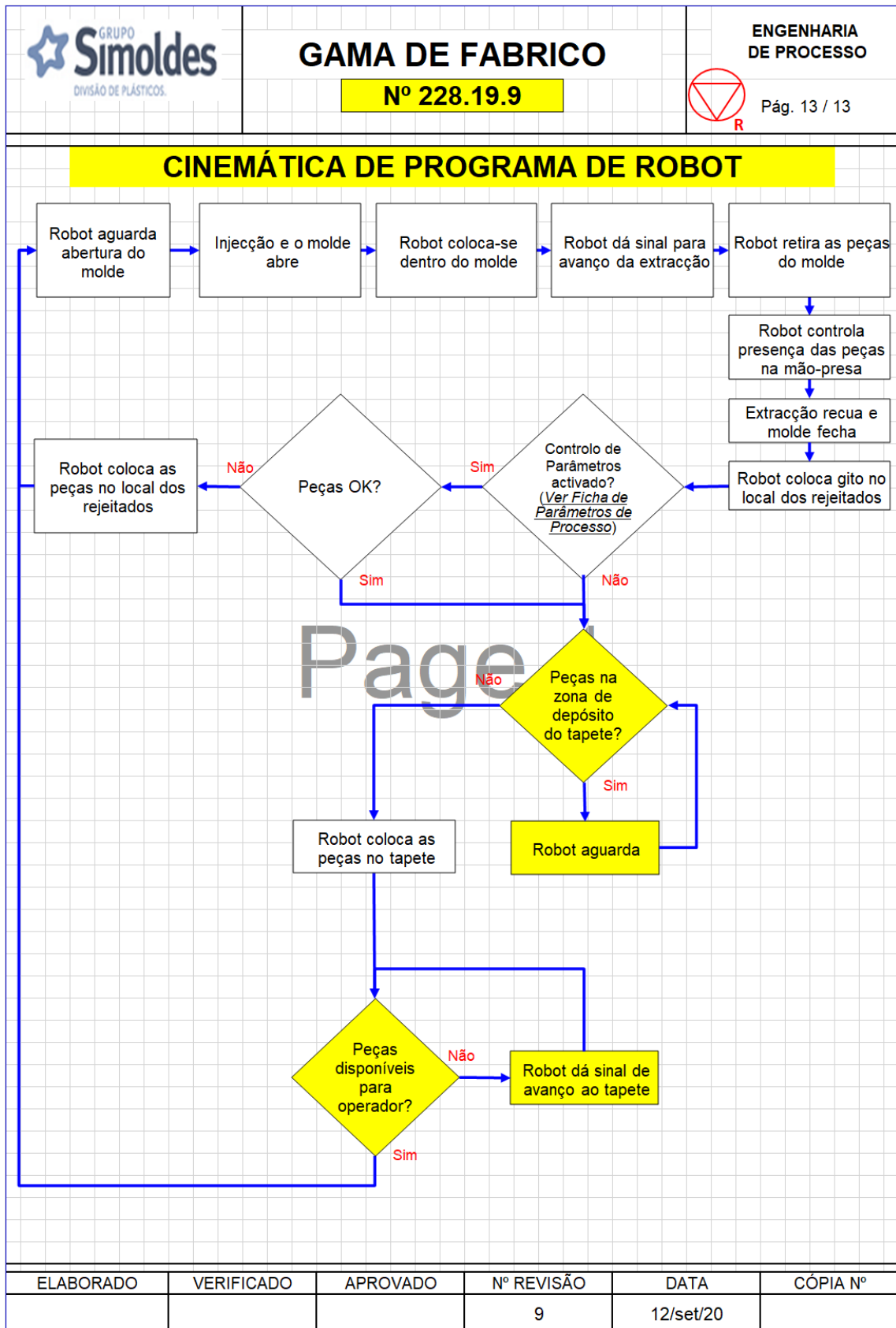


Figura 25 - Cinemática do robot do posto de injeção do molde 9288 após implementação do *one piece flow*

A implementação do *one piece flow* veio a reduzir as taxas de ocupação dos operadores pelo que foi requisitado um ensaio para redução do tempo de ciclo da máquina de injeção.

2.7 Molde 9298

A peça produzida pelo molde 9298 é uma das partes interiores da mala do Peugeot 2008 e representa uma das peças que mais componentes necessita. Conta com 2 Butée grandes (4800200), 2 Butée pequenos (4600041), 2 Grapas (4200051), 18 Clips metálicos (4100105, montados por um periférico) e 2 Insonos, um grande e um pequeno. Além destes componentes, ainda é montado um Trappe que é produzido pelo molde 9299 na Inplas. Um esquema destes componentes e de como são montados está presente na figura 26.

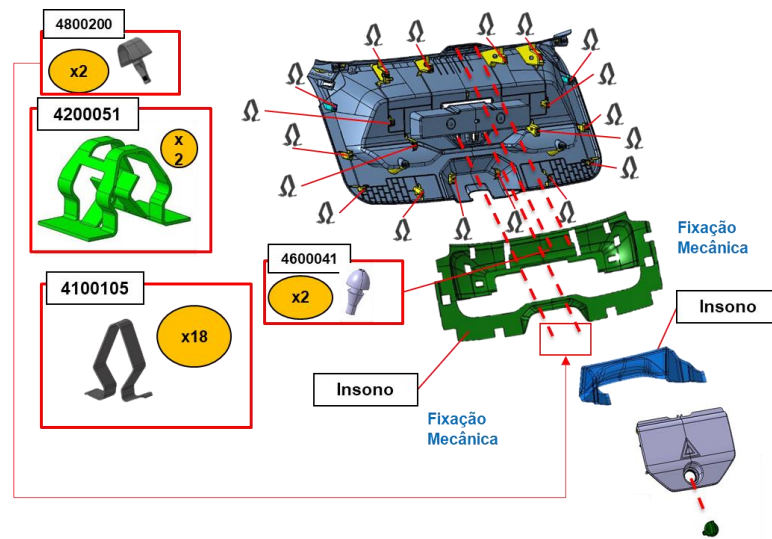


Figura 26 - Peça produzida pelo molde 9298 com os componentes

Devido ao número de componentes de que necessita e elevado valor acrescentado da peça, este molde foi um dos seleccionados para análise da sua cadeia de valor. Assim, apresenta-se na figura 27 o VSM do molde 9298.

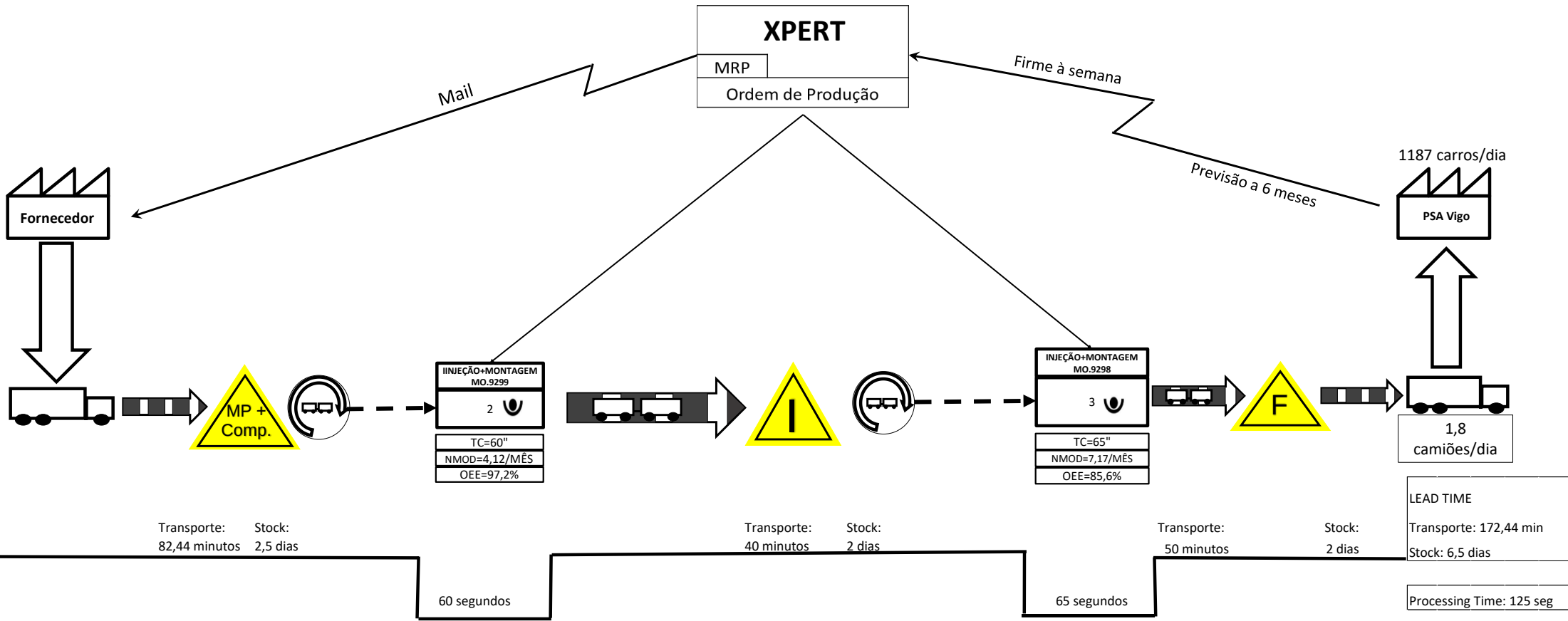


Figura 27 - VSM do molde 9298

O *layout* deste posto de injeção estava a ser alterado aquando das medições dos tempos operacionais dos operadores, apresenta-se na figura 28 o antes e depois.

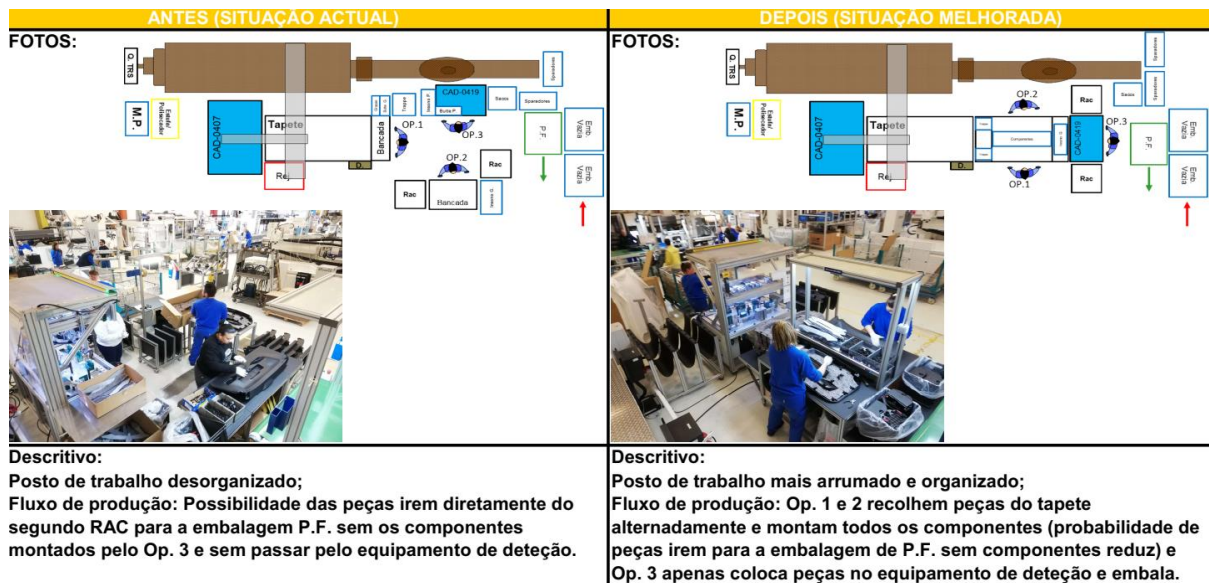


Figura 28 – Alterações do *layout* do posto de injeção do molde 9298

O posto de injeção do molde 9298 possui os dados e operações da tabela 16.

Tabela 16 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9298

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			3º OPERADOR				
Máquina:	EN 1500 VII		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	2	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9298		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar em cima da bancada	8.6	1	Recolher peça do Rac de transferência, colocar no equipamento de detecção e marcar com nrº de operador			
T/C [sec]:	65									
N.º Cavidades:	1		2	Montar 2 Grapas	5.4	2	Remover peça do ciclo anterior e embalar segundo GE			
N.º MOD:	3									
RO:	85.6%		3	Montar 1 Trappe	6.8	3	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça			
PPMs:	20,235									
Necessidade Carros/Dias:			4	Montar 2 Butée grandes e virar a peça	8.8	Tempo total A...Z:				34.5
	1187					Ocupação/Pax/Ciclo:				34.5
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Montar 1 Insono Grande	21.0	%Ocupação/Pax:				53%
	19.65	22.95								
Necessidade MOD/Mês:			6	Colar 1 Insono Pequeno	9.8					
	8.04									
			7	Montar 2 Butée pequenos e marcar com nrº de operador	6.6					
			8	Colocar peça no RAC de transferência	7.4					
			Tempo total A...Z:		74.4					
			Ocupação/Pax/Ciclo:		37.2					
			%Ocupação/Pax:		57%					

Tendo as medições dos tempos das operações realizadas pelos operadores deste posto de injeção sido feitas após a alteração do *layout*, foram obtidas taxas de ocupação suficientemente baixas que possibilitaram a análise deste posto de injeção. Assim foi

analisado reduzir o número de operadores presentes no posto de injeção ou reduzir o tempo de ciclo da máquina de injeção.

Da análise para redução de MOD resultou a tabela 17 e o *layout* da figura 29.

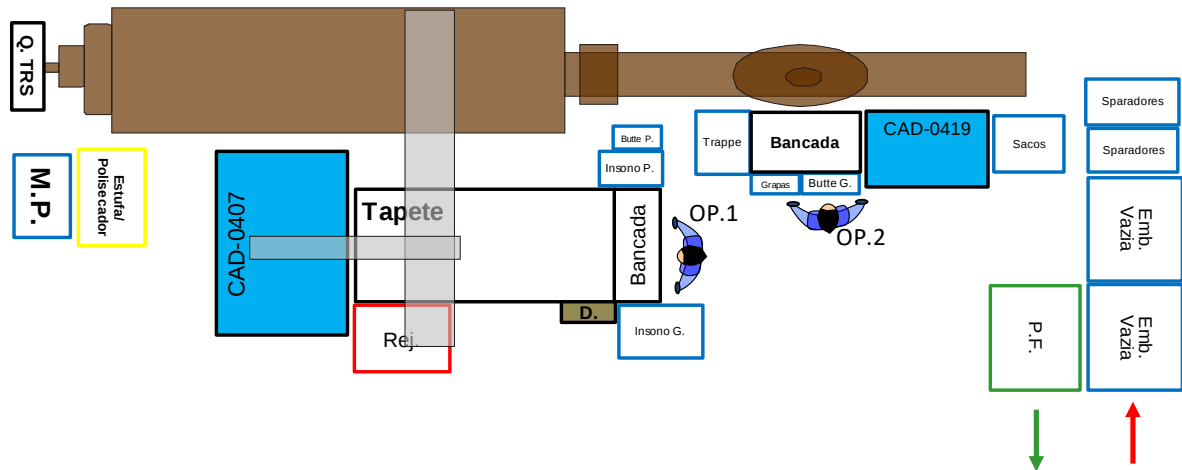


Figura 29 - Layout do posto de injeção do molde 9298 com redução de MOD

Tabela 17 - Operações realizadas pelos operadores do posto de injeção do molde 9298 com redução de MOD

1º OPERADOR			2º OPERADOR		
Peça de A...Z:	NrºOp./Peça	1	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar em cima da bancada com a face técnica virada para cima	7.6	1	Montar 2 Grapas	5.2
2	Montar 2 Butée pequenos	6.4	2	Montar 1 Trappe e testar o correto funcionamento do mesmo	6.9
3	Montar 1 Insono Grande	21.4	3	Montar 2 Butée grandes	7.5
4	Colar 1 Insono Pequeno	9.6	4	Colocar peça no equipamento de deteção e marcar com nrº de operador	7.1
5	Marcar peça com nrº de operador e colocar na bancada do próximo posto com a face técnica virada para baixo	8.6	5	Remover peça do ciclo anterior e ensacar peça segundo GE	13.1
Tempo total A...Z:		53.6	6	Embalar peça segundo GE	13.5
Ocupação/Pax/Ciclo:		53.6	7	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	3.4
%Ocupação/Pax:		83%	Tempo total A...Z:		56.7
			Ocupação/Pax/Ciclo:		56.7
			%Ocupação/Pax:		87%

Reduzindo o número de MOD deste posto de injeção para dois também possibilita a redução do tempo de ciclo da máquina de injeção. De modo a perceber qual das hipóteses, reduzir tempo de ciclo ou reduzir MOD e tempo de ciclo, seria mais benéfica realizou-se uma análise de ganhos apresentada na figura 30 com redução de MOD e tempo de ciclo e na figura 31 com apenas redução do tempo de ciclo da máquina de injeção.

ANTES	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	65	
	Ocupação máquina por mês	23,0 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	9,4	
	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	60	
DEPOIS (REDUÇÃO MOD)	Ocupação máquina por mês	21,2 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	2	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	5,8	
	ganho anual operador	69 911,9 €	
	ganho anual máquina	35 019,5 €	
			104 931,4 €

Figura 30 - Ganhos com redução de MOD do posto de injeção 9298

ANTES	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	65	
	Ocupação máquina por mês	23,0 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	9,4	
	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	54	
DEPOIS (REDUÇÃO TC)	Ocupação máquina por mês	20,5 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	5,6	
	ganho anual operador	30 761,2 €	
	ganho anual máquina	77 042,9 €	
			107 804,1 €

Figura 31 - Ganhos com redução do tempo de ciclo da máquina de injeção do posto de injeção do molde 9298

De notar que se a redução de tempo de ciclo for menor que 54 segundos os ganhos serão maiores do que ao reduzir o número de operadores do posto de injeção. Sendo o tempo de ciclo do operador 2 de 57 segundos, tempo de ciclo maior deste posto de injeção, o tempo de ciclo da máquina de injeção não deve ser menor do que 60 segundos de maneira a que esse operador não exceda os 95% em termos de taxa de ocupação. No entanto, também se deve referir que existe muito mais facilidade em reduzir tempos de ciclo das máquinas de injeção do que alterar os *layouts* e operações realizadas pelos operadores, quando falamos dum posto de trabalho que já sofreu otimizações em termos de *layout* e balanceamento de operações.

Esta análise de ganhos foi apresentada à direção para determinar qual será a melhoria a implementar.

2.8 Molde 9437 e 9438

O molde 9437 e 9438 tratam de fabricar uma peça lateral da mala, sendo as peças simétricas e estão representados na figura 32 e 33, direito e esquerdo respectivamente.



Figura 32 - Peça produzida pelo molde 9437



Figura 33 - Peça produzida pelo molde 9438

Ambos os postos de injeção possuem dados, *layouts*, VSM e sequência de operações a realizar pelos operadores praticamente ou mesmo iguais e as melhorias aplicadas a um podem ser aplicadas ao outro. Assim, apenas se vai analisar o posto de injeção do molde 9437, sendo todas as melhorias propostas aplicadas aos postos de injeção dos dois moldes.

O molde 9437 é colocado em produção numa máquina de injeção de 1100 toneladas, por norma, e possui os valores da tabela 18 em termos de dados e operações do posto de injeção.

Tabela 18 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9437

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			3º OPERADOR				
Máquina:	EN 1100 VI		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	2	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9437		1	Recolher peça do tapete e analisar de acordo com GC	6,7	1	Abastecer equipamento com 2 Grapas	3,3		
T/C [sec]:	57									
N.º Cavidades:	1		2	Colocar peça em cima da bancada do tapete e montar 1 Cloison	4,0	2	Recolher peça do RAC de transferência, colocar peça na base do equipamento e fechar trancador na zona das grapas	6,3		
N.º MOD:	3									
RO:	88,8%		3	Colocar 1 mola no centro do botão e montar conjunto no local indicado	5,6	3	Retirar peça do ciclo anterior do extrator, libertar barreiras de segurança e accionar START	2,5		
PPMs:	25 953									
Necessidade Carros/Dias:			4	Colocar peça na bancada com parte técnica virada para cima e montar 1 insonno pequeno	8,9	4	Marcar peça com o número de operador e embalar a peça de acordo com GE	18,0		
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Montar 1 insonno grande	17,8	5	Trocar embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	4,2		
	17,23	19,40								
Necessidade MOD/Mês:			6	Montar 2 clips nos locais indicados	4,7	Tempo total A...Z:		34,3		
	7,05					Ocupação/Pax/Ciclo:		34,3		
			7	Colar 1 Feltro no local indicado, marcar peça com o número de operador e colocar no RAC de transferência para o próximo posto	9,6	%Ocupação/Pax:		60%		
						Tempo total A...Z:		57,1		
						Ocupação/Pax/Ciclo:		28,6		
						%Ocupação/Pax:		50%		

De seguida, na figura 34, apresenta-se o *layout* utilizado.

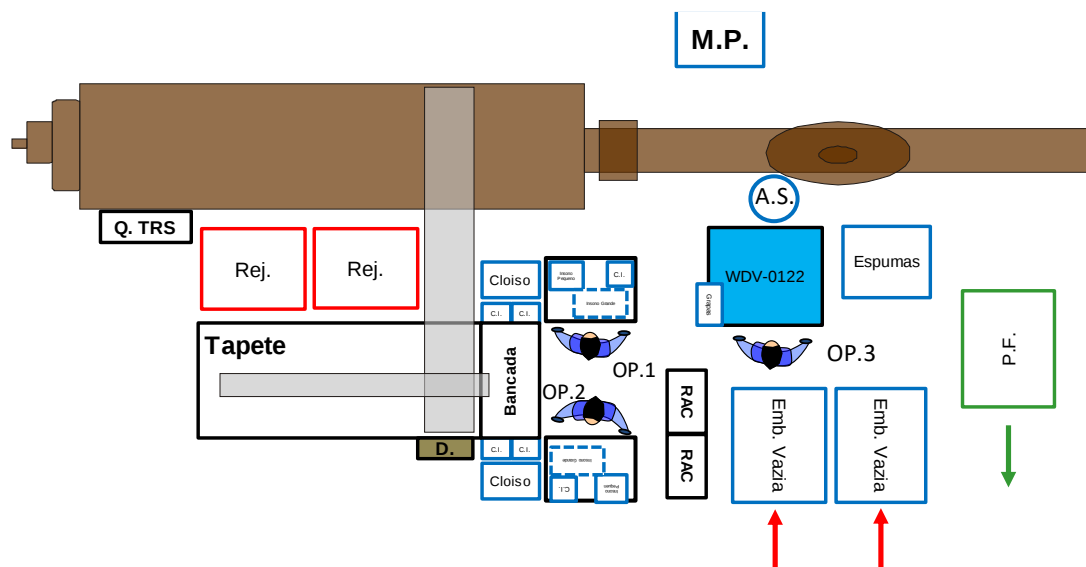


Figura 34 - *Layout* do posto de injeção do molde 9437

A cadeia de valor desta peça pode ser observada na figura 35.

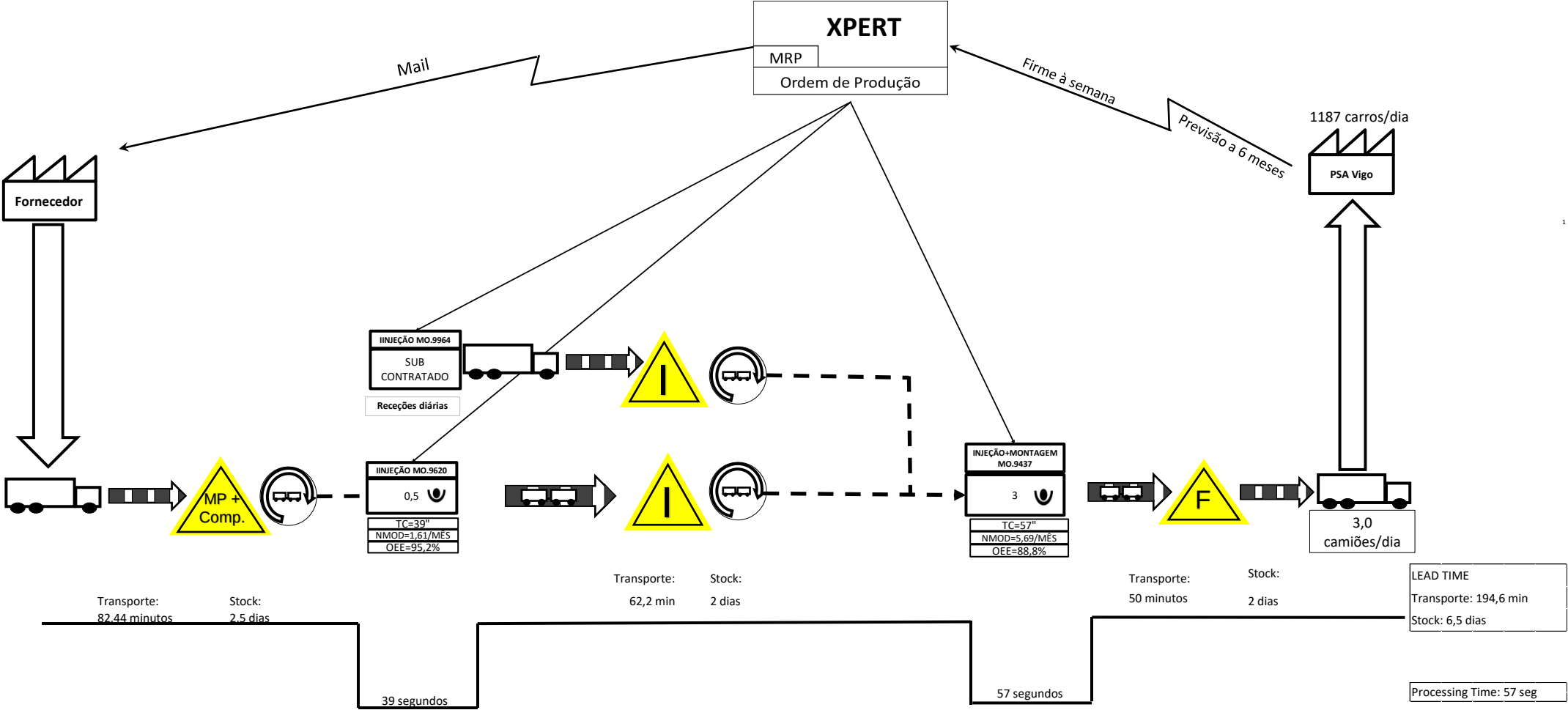


Figura 35 - VSM do molde 9437

Esta peça utiliza dois componentes, sendo um deles produzido internamente e um segundo externamente (subcontratado).

Há duas vias de melhoria para este posto de injeção. Ou se reduz o número de operadores presentes, ou o tempo de ciclo da máquina de injeção, visto que com três operadores nenhum tem a taxa de ocupação perto dos 90%.

Assim foi proposto para análise 2 vias de melhoria. Reduzir o tempo de ciclo da máquina de injeção ou reduzir o número de operadores do posto de injeção. Da análise de redução de MOD surgiram duas hipóteses, ou os operadores operavam em série ou em paralelo. Na figura 36 são apresentados os *layouts* e na tabela 19 as operações a realizar em ambas as hipóteses.

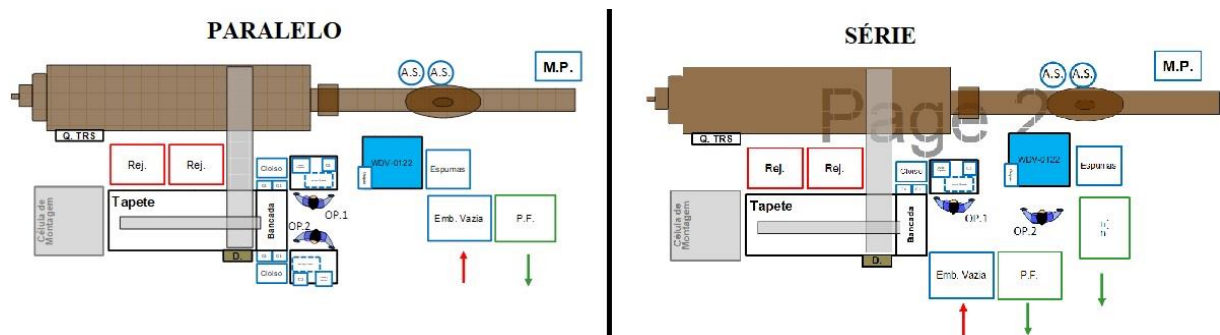


Figura 36 - Layout do posto de injeção do molde 9437 com redução de MOD a operar em paralelo e em série

Tabela 19 - Operações a realizar pelos operadores do posto de injeção do molde 9437 com redução de MOD e a trabalhar em paralelo e em série

1º OPERADOR (SÉRIE)			2º OPERADOR (SÉRIE)			1º e 2º OPERADOR (PARALELO)			7	Montar 2 clips nos locais indicados	5.2					
Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:				Nrº Op./Peça	2			
1	Recolher peça do tapete e analisar de acordo com GC		7.9	1	Colocar peça em cima da bancada montar 1 Cloison		4.0	1	Recolher peça do tapete e analisar de acordo com GC		8.3	8	Colar 1 Feltro no local indicado		5.6	
2	Colocar peça na bancada com parte técnica virada para cima e montar 1 insono pequeno		10.6	2	Colocar 1 mola no centro do botão e montar conjunto no local indicado		5.6	2	Colocar peça em cima da bancada do tapete e montar 1 Cloison		3.9	9	Abastecer equipamento com 2 Grapas		3.9	
3	Montar 1 insono grande		18.1	3	Abastecer equipamento com 2 Grapas nos insertores indicados		3.3	3	Colocar 1 mola no centro do botão e montar conjunto no local indicado		5.4	10	Colocar peça na base do equipamento e fechar trancador na zona das grapas		5.9	
4	Montar 2 clips nos locais indicados		5.1	4	Colocar peça na base do equipamento e fechar trancador na zona das grapas		6.3	4	Colocar peça na bancada com parte técnica virada para cima e montar 1 insono pequeno		5.6	11	Retirar peça do ciclo anterior do extrator, libertar barreiras de segurança e accionar START		3.8	
5	Colar 1 Feltro no local indicado, marcar peça com o número de operador e colocar no RAC de transferência para o próximo posto		9.6	5	Retirar peça do ciclo anterior do extrator, libertar barreiras de segurança e accionar START		2.5	5	Montar 1 insono pequeno		5.6	12	Marcar peça com o número de operador e embalar a peça de acordo com GE		18.0	
Tempo total A...Z:			51.2	6	Marcar peça com o número de operador e embalar a peça de acordo com GE		18.0	6	Montar 1 insono grande		18.2	13	Trocar embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		3.7	
Ocupação/Pax/Ciclo:			51.2		Trocar embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		4.2						Tempo total A...Z:			
%Ocupação/Pax:			90%								Ocupação/Pax/Ciclo:				46.4	
											%Ocupação/Pax:				81%	
				Tempo total A...Z:			43.8									
				Ocupação/Pax/Ciclo:			43.8									
				%Ocupação/Pax:			77%									

Para facilitar a decisão foi realizada uma comparação de ganhos para cada uma das hipóteses, em paralelo na tabela 20, série na tabela 21 e redução TC na tabela 22.

Tabela 20 - Ganhos com redução de MOD para o posto de injeção do molde 9437 a funcionar em paralelo

ANTES	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	57	
	Ocupação máquina por mês	19,4 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	7,9	
	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	54	
DEPOIS (REDUÇÃO MOD PARALELO)	Ocupação máquina por mês	18,4 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	2	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	5,0	
	ganho anual operador	56 610 €	
	ganho anual máquina	15 863 €	
		72 472,7 €	

Tabela 21 - Ganhos com redução de MOD para o posto de injeção do molde 9437 a funcionar em série

ANTES	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	57	
	Ocupação máquina por mês	19,4 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	7,9	
	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	49	
DEPOIS (REDUÇÃO MOD SÉRIE)	Ocupação máquina por mês	16,7 dias	
	Nº Operadores posto trabalho	2	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	4,6	
	ganho anual operador	65 595 €	
	ganho anual máquina	42 301 €	
		107 896,7 €	

Tabela 22 - Ganhos com redução de TC do posto de injeção do molde 9437

ANTES	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	57	
	Ocupação máquina por mês	19,4	dias
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	14,6	
	Cadencia dia	1187	
	tempo de Ciclo	43	
DEPOIS (REDUÇÃO TC)	Ocupação máquina por mês	17,1	dias
	Nº Operadores posto trabalho	3	
	Turnos	3	
	Necessidade operadores mês	6,0	
	ganho anual operador	37 740 €	
	ganho anual máquina	74 027 €	
			111 767,1 €

Na proposta de redução de MOD deste posto de injeção foi possível reduzir também o tempo de ciclo da máquina de injeção. Caso se opte por apenas reduzir o tempo de ciclo da máquina e não reduzir MOD o valor mínimo para a redução do tempo de ciclo será de 43 segundos. Caso não seja possível atingir esse valor, o ganho será maior se se reduzir o número de operadores do posto de injeção. Esta análise foi enviada para a direção para que fosse analisada. Mais uma vez, existe uma maior facilidade em apenas reduzir o tempo de ciclo da máquina de injeção, pelo que muito provavelmente será essa a decisão que será tomada.

2.9 Resumo de ganhos e conclusões

Neste capítulo serão apresentados, na tabela 23, os ganhos provenientes das ações de melhoria implementadas na Inplas entre o mês de fevereiro e setembro de 2020 no projeto P24.

Tabela 23 - Ganhos das melhorias implementadas no projeto P24

P24										
MOLDE	PEÇA	DESIGNAÇÃO	TC (s) ANTES	TC (s) DEPOIS	MOD ANTES	MOD DEPOIS	GANHOS			
							MÁQUINA	MOD	OUTROS	TOTAL
9098		Garniture Inf Pied AV D/G	54	50	2	2	15 343 €	6 705 €	Alteração de saco de embalagem 7 168 €	29 216 €
9161		Garniture Longeron AV D/G	60	48	2	2	71 055 €	18 914 €		89 969 €
9162		Garniture Inf Pied Central D/G	55	40	2	2	38 851 €	27 110 €		65 961 €
9163		Garniture Sup Pied Central D/G	42	40	2	2	5 823 €	3 349 €		9 172 €
9288		Montant Baie D/G	48	43	3	3	22 024 €	14 438 €		36 462 €
9289		Repose Pied AV D	49	45	1	1	7 578 €	2 933 €	Incorporação de 50% MP moída 102 351 €	112 862 €
9290		Longeron AR AB/Sans AB D/G	60	50	3	2	58 185 €	62 076 €		120 261 €
9291		Cache Pied Retro D/G	42	40	1	1	6 213 €	2 168 €		8 381 €
9293		Panneau AR	46	40	2	2	29 593 €	10 058 €	Alteração de saco de embalagem 5 561 €	45 212 €
9295		Custode D/G	50	44	2	2	23 559 €	10 296 €	Alteração de saco de embalagem 7 879 €	41 733 €
9298		Volet Inf	65	53	3	3	84 047 €	33 558 €	Alteração de saco de embalagem 11 570 €	129 174 €
9299		Trappe Triangle	60	50	2	2	17 030 €	16 418 €	Alteração de gama de embalagem 1 437 €	34 885 €
9300		Volet Sup AR	46	41	2	2	12 535 €	8 749 €		21 284 €
9301		Volet Lat AR D/G	50	45	2	2	22 895 €	8 598 €	Alteração de saco de embalagem 4 458 €	35 951 €
9437		Assemb. Gamt Lat Coffre D	57	46	3	3	58 164 €	29 653 €		87 817 €
9438		Assemb. Gamt Lat Coffre G	57	46	3	3	64 321 €	32 792 €		97 113 €
9458		Support Faisceau BVA	49	38	1	1	6 061 €	2 922 €		8 983 €
9660		Repose Pied AV D	45	34	1	1	3 784 €	1 088 €	Incorporação de 50% MP moída 32 882 €	37 754 €
9709		Garniture Longeron AV Eletico D/G	67	50	2	2	23 403 €	6 229 €		29 632 €
9711		Longeron AR AB Eletico AB D/G	60	50	2	2	13 375 €	3 326 €		16 701 €
9886		Enjolvieur Repose Pied DAD	50	48	1	1	592 €	229 €		821 €
							TOTAL			1 059 345 €

Com estas melhorias foi possível perceber que quaisquer ganhos, por mais pequenos que pareçam, têm impacto nos lucros da empresa e só com a participação conjunta de todos os departamentos e colaboradores é possível analisar, propor e implementar ações de melhoria. Apesar dos ganhos calculados, nem todas as ações de melhoria propostas foram implementadas, pelo menos até à data de conclusão da escrita deste documento.

De notar o molde 9288 que representou grande parte da análise feita e despoletou o estudo da implementação do uso de etiquetas RFID. Sendo uma peça com elevado valor acrescentado e que causou 13 reclamações, no valor de pelo menos 15.000€, foi caso de estudo e análise de toda a equipa de processo e qualidade da Inplas.

3 Indústria 4.0 na Simoldes

Durante o estágio realizado estava a decorrer a implementação de indústria 4.0 no grupo Simoldes. Esta vem ajudar a que os dados dos postos de injeção sejam mais realistas, sendo os valores automaticamente retirados pelas máquinas ao invés do que se fazia anteriormente.

Neste capítulo será realizado um breve enquadramento histórico da evolução da indústria aos longos dos anos. Este enquadramento é importante para perceber o conceito e impacto da indústria 4.0. De seguida será abordado o teste piloto já realizado no grupo Simoldes, os dados provenientes desse teste e, também, uma análise da implementação de etiquetas de RFID, como complemento à implementação de indústria 4.0.

3.1 Enquadramento histórico

A Revolução Industrial está, atualmente, dividida em 4 períodos, conforme apresentado na figura 37.

A Primeira Revolução Industrial deu-se entre o século XVII e XIX. Procedeu-se a uma substituição progressiva dos métodos artesanais por equipamentos mecânicos de produção, transformando a economia agrária e artesanal, numa economia liderada pela indústria. Também se acentuou o uso da energia proveniente do vapor com a exploração do carvão como energia alternativa à madeira e outros biocombustíveis. (Román, 2016)

A Segunda Revolução Industrial, deu-se no século XX, é marcada pelo uso da Energia Elétrica. Foi nesta época que apareceram as primeiras fábricas com linhas de montagem. Surgiram também os primeiros barcos de aço movidos por motores a vapor, revolucionando o transporte de mercadorias. A Segunda Revolução foi em vários sentidos uma continuidade direta da Primeira Revolução. (Mokyr e Strotz, 1999)

A Terceira Revolução Industrial é considerada a Revolução Digital, devido ao rápido desenvolvimento da eletrônica e da informática. A sua introdução nos processos industriais permitiu que se realizasse a automatização das linhas de produção, e em muitas das tarefas repetitivas as pessoas foram substituídas por robots. Além disso, aumentou exponencialmente o uso dos computadores, dos telefones móveis e da internet. Muita da informação também passou a ser armazenada e processada de forma digital. (Román, 2016)

O final do século XX trouxe uma nova transformação, com o desenvolvimento da Internet e o avanço da tecnologia, iniciou-se a transformação da Indústria. Os sensores estão cada vez mais pequenos e potentes e os preços são cada vez mais acessíveis. O software e o hardware estão cada vez mais sofisticados e as máquinas têm cada vez mais capacidade em aprenderem e colaborar em na criação grandes redes de informação. (Schwab, 2017)

A convergência das tecnologias de informação com a sensorização e robótica transformou a internet tradicional, informação e pessoas, na internet das “coisas”, IoT. Este novo cenário aplicado à Indústria produziu um grande impacto abrindo portas para cenários de muitas oportunidades baseados no aproveitamento da informática. (Román, 2016)

Esta transformação foi apelidada pelos professores Erik Brattgjerdsson e Andrew McAfee do instituto de tecnologia de Massachusetts como segunda idade da máquina e em 2011 na feira Industrial de Hannover, na Alemanha, utilizou-se o termo Indústria 4.0” (Schwab, 2017)



Figura 37 - Evolução Industrial (Román, 2016) adaptado

O conceito de indústria 4.0 traduz-se em três princípios básicos:

- Digitalização e automatização dos processos.
- Tratamento dos dados em tempo real.
- Monitorização e rastreabilidade de todos os produtos e processos.

Para o grupo Simoldes a implementação de indústria 4.0 traduz-se em três objetivos principais:

- Potenciar a *performance* das equipas da Simoldes Plásticos através da redução de trabalho administrativo com pouco valor acrescentado;
- Melhorar indicadores operacionais, nomeadamente o RO, através de informação disponível em tempo real para rápida resposta a problemas de *performance*;
- Digitalizar a melhoria contínua, promovendo a partilha de *know-how*.

Já em 2009 foi analisada a implementação de etiquetas RFID por parte de colaboradores do grupo Simoldes, não chegando a ser concretizada. Uma nova análise foi realizada e será apresentada no capítulo 3.3.

No presente ano o grupo Simoldes participou no projeto ScalABLE 4.0, iniciado em 2017, cujo principal objetivo é o desenvolvimento e demonstração de uma *open scalable production system framework* (OSPS) que permita a otimização e manutenção das linhas de produção “*on the fly*”, através da visualização e virtualização da própria linha. No início do projeto, cada máquina de injeção estava associada a um tapete e a um operador dedicado. O objetivo foi desenvolver uma linha multiproduto suportada por um robot ScalABLE que faria o processo “*picking and packing*”. Dada a realidade da Simoldes, a introdução de uma linha multiproduto resultaria numa grande mudança do processo produtivo atual.

Também está a decorrer a implementação da aquisição de dados e parâmetros de produção automática, que será abordada em maior detalhe no próximo capítulo.

3.2 Aquisição de dados e parâmetros de produção

O objetivo da aquisição automática de dados e parâmetros de produção é criar um *standard* de dados que podem e devem ser compartilhados entre as várias fábricas do grupo, permitindo à secção central analisar em tempo real a *performance* de cada fábrica ou máquina de injeção. Esta não é uma medida de melhoria por si só, mas leva a que, a partir de dados reais e fidedignos, se possa tomar medidas de melhoria nos processos críticos de forma mais rápida e avaliar o seu sucesso de forma quase instantânea.

Obteve-se acesso aos dados obtidos durante a primeira fase de implementação. Alguns dos campos registados, e que têm impacto no presente documento, são os tempos de ciclo reais das máquinas de injeção e os rendimentos operacionais das mesmas.

Apresentam-se de seguida as tabelas 24 e 25, que mostram os valores obtidos automaticamente a partir das máquinas de injeção subtraindo-se os valores obtidos a partir dos dados inseridos pelos operadores. Foram analisadas três máquinas de injeção, uma de 1600, outra de 1700 e uma terceira de 850 toneladas.

Tabela 24 - Diferenças dos valores dos tempos médios de ciclo das máquinas de injeção obtidos pelo sistema de aquisição de dados subtraindo os valores obtidos pelo método atual

	1600III		1700 I		850 II	
	Segundos (s)	%	Segundos (s)	%	Segundos (s)	%
Dezembro	-2,86	-4,92%	-0,24 (s)	-0,42%	-	-
Janeiro	-1,80	-3,15%	-0,95 (s)	-1,71%	-0,37 (s)	-0,82 %
Fevereiro	-	-	-	-	-0,10 (s)	-0,12%

Tabela 25 - Diferença de valores entre RO do sistema atual e dos sistemas de aquisição de dados

Semana	1600II	1700 I	850II
49	3,37%	-0,33%	
50	3,31%	-0,96%	
51	2,49%	-1,60%	
2	0,84%	-2,27%	1,53%
3	1,85%	1,28%	0,88%
4	0,61%	-0,21%	-0,60%
5	2,59%	-1,94%	0,34%
6			1,53%
Média	2,15%	-0,86%	0,16%

Os valores negativos das tabelas anteriores representam uma diferença entre os dados obtidos automaticamente e os manuais negativa, o que quer dizer que os operadores introduziam valores superiores aos que foram obtidos automaticamente, e vice-versa para os valores positivos.

Não aparenta haver grandes diferenças entre o sistema de aquisição atual e o sistema de aquisição automática, no entanto é importante lembrar que os dados obtidos são referentes a 8 semanas e apenas 3 máquinas. Extrapolando estes valores para um ano e para as 289 máquinas do grupo, prevê-se que, após a implementação, exista uma discrepância entre os valores que eram obtidos manualmente e os obtidos automaticamente. Isto levará a que as equipas de melhoria, planeamento, direção e qualidade passem a trabalhar com os valores reais do processo de injeção, permitindo melhorias com um impacto mais significativo.

3.3 Implementação de RFID

A iniciativa para a implementação de etiquetas RFID surgiu durante uma reunião PDCA onde se discutia como eliminar as reclamações do cliente, referentes ao molde 9288, de receber peças que não tinham passado pelo periférico de soldadura de componentes. No entanto, ao ser realizada essa análise de implementação, foi decidido fazer três propostas diferentes para a implementação destas etiquetas em três áreas distintas.

Neste capítulo será feita uma breve abordagem às etiquetas RFID, como funcionam e que tipos existem, de seguida serão apresentadas as três áreas possíveis para implementação das mesmas e uma análise de custos de implementação e, por fim, as conclusões que foram possíveis retirar desta análise.

3.3.1. Tecnologia RFID

A tecnologia RFID (*radio frequency identification*), teve início em 1945 com Léon Theremin que desenvolveu, para a USSR, um dispositivo que retransmitia as ondas de rádio que recebia com informação adicional. No entanto, a primeira aplicação concreta da tecnologia RFID foi em 1973 com o desenvolvimento de um transmissor de rádio passivo com memória, por parte de Mario Cardullo, que transmitia informação ao receber um sinal de rádio.

Assim, as etiquetas RFID são, de uma forma simples, pequenas antenas que transmitem informação através de ondas de rádio. A forma como transmitem informação levou a que as etiquetas fossem divididas entre três tipos diferentes e classificadas em 4 classes, cada uma com uma função distinta conforme descrito na tabela 26.

Tabela 26 - Tipos e classes de etiquetas RFID

Classe	Tipo	Função
Classe 0	Passiva	Classe 0: apenas de leitura e ID escrito 1 vez na sua produção
Classe 1		Classe 1: apenas leitura e ID pode ser escrito pelo utilizador, mas apenas 1 vez
Classe 2	Passiva	O utilizador pode ler e escrever informação
Classe 3	Semi-passiva	O utilizador pode ler e escrever informação e a etiqueta contém sensores e memória para gravar parâmetros (temperatura, pressão, etc)
Classe 4	Activa	Etiquetas emitem sinal de X em X segundos e não necessitam de um leitor para transmitir e receber informação

Além da forma como transmitem ondas de rádio, também podem ser diferenciadas pela frequência dessas ondas. Apresentam-se os valores genéricos das frequências e respetivas limitações nas tabelas 27 e 28.

Tabela 27 - Características de etiquetas RFID passivas

Etiquetas Passivas	Frequência	Distância de leitura	Utilização
LF (Low Frequency)	125 – 134 KHz	Centímetros	Leitura
HF (High Frequency)	13,56 MHz	Até 1 metro	Leitura e escrita
UHF (Ultra High Frequency)	868 MHz	Até 10 metros	Leitura e escrita

Tabela 28 - Características de etiquetas RFID activas

Etiquetas Activas	Frequência	Distância de leitura	Utilização
UHF (Ultra High Frequency)	433 MHz	Até 100 metros	Leitura e escrita
Micro-ondas (microwave)	3,1 – 10 GHz	Até 200 metros	Leitura e escrita

Para que as etiquetas sejam lidas é necessário um leitor de etiquetas RFID, estes podem ser divididos em fixos e portáteis e em leitores de etiquetas passivas e activas, já que, como referido anteriormente, as etiquetas passivas precisam de receber um sinal suficientemente forte para transmitir informação. Na tabela 29 está descrito os tipos e características dos leitores.

Tabela 29 - Tipos e características de leitores RFID

Tipo		Características	Distância de leitura
Fixo		Cria uma zona de interrogação específica	Curta até 1 m Média: até 9 m Longa: dezenas de metros
Portátil	Passive Reader Active Tag (PRAT)	Apenas recebe sinais de etiquetas ativas	Dezenas de metros
	Active Reader Active Tag (ARAT)	Emite e recebe sinais de etiquetas ativas, semi-passivas ou passivas	Desde centímetros a alguns metros
	Active Reader Passive Tag (ARPT)	Emite e recebe sinais de etiquetas passivas	

Em termos de valores financeiros, as etiquetas com um custo mais baixo são as passivas, por serem basicamente apenas uma antena, no entanto têm um custo de implementação maior já que os leitores de etiquetas RFID passivas têm um custo maior quando comparado com os leitores de etiquetas ativas. Nas tabelas 30 e 31 encontram-se estimativas com os valores médios de etiquetas e leitores, nomeadamente. Sempre que possível foram colocados valores referentes a fornecedores, no entanto tal não foi possível para todos os casos sendo que nesses foram utilizados valores retirados da internet.

Tabela 30 - Preço de etiquetas RFID

Tipo	Preço/etiqueta
Etiqueta RFID passiva básica	<0,10€
Etiqueta RFID passiva metálica	1€
Etiqueta RFID ativa	20€

Tabela 31 - Preço leitores RFID

Tipo de leitor	Tipo de RFID	Preço estimado
Portátil	RFID passiva	5.000€
	RFID ativa	1.500 €
Fixo	RFID passiva	10.000 €
	RFID ativa	200 €

Devido à diferença entre os tipos e valores de etiquetas e leitores, foram feitas três propostas para implementação de etiquetas RFID, com a possibilidade de implementar qualquer combinação das três.

3.3.2. Rastreabilidade na produção

O intuito desta análise é a de eliminar as reclamações referentes a peças não soldadas, porque não passaram pelo periférico de soldadura, do molde 9288. No entanto, com a implementação de indústria 4.0 já a decorrer no grupo Simoldes, esta proposta ganha mais interesse pois permite a rastreabilidade de peças singulares, desde o momento de injeção até ao cliente final.

Para esta proposta seriam apenas utilizadas etiquetas passivas devido ao menor preço e elevado número de etiquetas necessárias. As etiquetas seriam colocadas por um dispositivo automático, assim que saíssem da máquina de injeção, e era registada a sua passagem por cada etapa de produção. Caso uma peça não realizasse uma etapa era dado um alarme na etapa seguinte.

A necessidade de etiquetas para peças e embalagens seria:

- 1 etiqueta por peça:
 - Passiva, básica, HF, com cola, classe 0 ou 1;
- 1 etiqueta por embalagem:
 - Substitui e utiliza o mesmo método de fixação das etiquetas *Galia* existentes;
 - Ativa ou Passiva, básica, HF.

A necessidade estimada de dispositivos de leitura de etiquetas seria:

- 4 pórticos fixos de leitura de RFID:
 - Localizados nas entradas dos armazéns;
- 1 scanner de etiquetas passivas (ARPT) por etapa de produção considerada relevante.

O custo desta implementação foi calculado, tabela 32, para ser implementado num posto de injeção apenas. Isto porque o custo por etiqueta ainda é demasiado elevado quando comparado com o custo por peça na injeção de plásticos. Assim, o uso de etiquetas RFID para rastreabilidade na produção de plásticos seria proveitoso em moldes/postos de injeção críticos, tal como o 9288 que deu origem a esta análise.

Tabela 32 - Custo de implementação na rastreabilidade na produção de plásticos

	Etiquetas RFID	Leitores RFID	Software	Total
Qualidade	0,07 a 0,08€ por 150.000 unidades (meio ano de produção)	4 pórticos fixos – 10.000 €/unidade 1 portátil/periférico – 5.000€ Aplicador automático – 5.500€	Estimativa de 100.000€	171.500€

3.3.3. Gestão de stocks

Esta proposta foi pensada e analisada em conjunto com um colaborador do departamento de logística. Torna-se uma proposta interessante pois cada vez é mais importante reduzir stocks e área ocupada pelos componentes ou matéria prima. Com a implementação de etiquetas RFID em todas as embalagens do armazém, embalagens de componentes, matéria prima e peças finais, iria tornar-se possível o controlo em tempo real dos stocks permitindo que o tempo de stock médio fosse reduzido, atualmente ronda os 2,5 dias. Também tornava possível o rastreio de embalagens facilitando a análise de fluxos das mesmas.

Para o fazer seriam necessárias etiquetas RFID passivas e activas, isto porque nem todas as embalagens são reutilizáveis. Nas que forem reutilizáveis, e retornáveis pelo cliente, poderiam ser utilizadas etiquetas activas, enquanto que nas embalagens de uso único teriam de ser utilizadas etiquetas passivas ou semi-passivas, devido ao menor preço das mesmas.

A necessidade de etiquetas RFID para a proposta de gestão de *stocks* em tempo real seria:

- 1 etiqueta por embalagem:
 - Substitui e utiliza o mesmo método de fixação das etiquetas *Galia* existentes;
 - Passiva, alta frequência, classe 2 para embalagens que não sejam reutilizáveis;
 - Ativa, alta frequência, classe 4 para embalagens que sejam reutilizáveis;

A necessidade de dispositivos de leitura para a presente proposta foi estimada em:

- 7 pórticos de leitura nas entradas e saídas dos armazéns;
- 4 leitores portáteis para os operadores de logística;
- 3 leitores para os comboios logísticos.

O custo de implementação de foi calculado para implementar em 20 000 embalagens e resultou no valor mais elevado das 3 propostas devido ao elevado número de embalagens utilizadas, ver tabela 33. Como no caso anterior poderia ser estudada a hipótese de ser implementada nos processos mais críticos ou na produção de peças com maior valor acrescentado de modo a ser possível analisar os fluxos de embalagens em tempo real.

Tabela 33 - Custo de implementação da gestão de stocks

	Etiquetas RFID	Leitores RFID	Software	Total
Gestão de Stocks	Passivas 0,1€/unidade	4 pórticos fixos – 10.000 €/unidade	100.000€	361.000€
	Ativas 20€/unidade	4 portáteis – 5.000€/unidade		

3.3.4. Gestão de meios de produção

Por gestão de meios de produção entende-se a gestão de moldes, periféricos, mãos-presas e poli secadores. A análise desta implementação já tinha sido feita em 2009 noutra fábrica deste grupo apenas para os moldes, no entanto não foi posta em prática. Esta análise voltou a ser requisitada pela chefia pois poderá ter interesse quando aliada à implementação de indústria 4.0 já a decorrer no grupo Simoldes.

Visto que os meios de produção são finitos e de uma quantidade muito menor que os objetos de estudo das propostas anteriores, para esta proposta apenas se considerou o uso de etiquetas activas. Estas etiquetas teriam de ser bastante robustas e capazes de comunicar através de metal, o que sobe o preço das mesmas. No entanto, enquanto que o valor de implementação destas etiquetas é elevado, o mesmo não se pode dizer para os leitores, pois sendo etiquetas activas, não é necessário colocar um leitor ARAT (*active reader active tag*) para registar a posição dos meios de produção. Basta colocar leitores PRAT (*passive reader active tag*), mais baratos que os ARAT, em locais estratégicos do chão de fábrica que, por as etiquetas transmitirem informação de X em X segundos, é possível triangular a sua posição e atualizar no sistema qual a condição e a posição desses meios de produção. A figura 38 apresenta um dos métodos de armazenamento das mãos-presas atual.

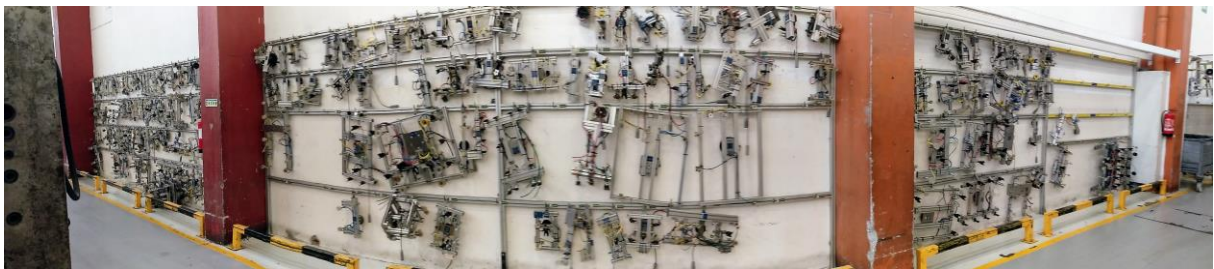


Figura 38 - Modo de armazenamento das mãos-presas

É fácil perceber que ocupa algum tempo aos operadores de SMED a encontrar a mão-presa de cada molde, como também seria possível registar automaticamente os tempos de SMED, onde são colocados os componentes e o trajeto dos mesmos.

Para os periféricos, poli secadores e restantes meios de produção a aplicação de etiquetas RFID viria a facilitar a sua localização, programação de manutenção e controlar o seu fluxo pelo chão de fábrica.

No entanto, a aplicação de etiquetas RFID para gestão de meios de produção torna-se mais interessante quando aplicada aos moldes, especialmente agora que está a decorrer a implementação de indústria 4.0. A implementação das etiquetas iria facilitar a localização e rastreio dos moldes que, sendo eles uma fonte de rendimento e investimento elevado, seria importante. Atualmente para encontrar um molde é necessário inquirir com a equipa de planeamento se este está em máquina, caso não esteja, perguntar à equipa de manutenção se está a trabalhar nesse molde e, se não estiver, verificar se o molde está armazenado nas estantes próprias para o efeito espalhadas pelo chão de fábrica.

A possibilidade de registar as manutenções e alterações que este sofreu ao longo do tempo iria facilitar o trabalho de manutenção do mesmo. Também iria tornar possível a comunicação entre a máquina de injeção e molde, isto é, o molde ao ser colocado numa máquina de injeção é detetado e a própria máquina descarrega o ficheiro de parâmetros do molde, tornando parte das operações dos operadores de SMED e afinação automáticas.

Para esta proposta as etiquetas utilizadas teriam de ser ativas (classe 4), bastante robustas e de micro-ondas. Para os dispositivos de leitura seria apenas necessário criar uma rede de leitores passivos pelo chão de fábrica.

Na tabela 34 são apresentadas as estimativas para a implementação da gestão de 2 500 meios de produção, sendo esta a proposta com custos mais baixo seria a mais interessante. De forma a reduzir o seu custo poderia optar-se por apenas implementar ou em moldes ou em poli secadores ou outra combinação dos meios de produção.

Tabela 34 - Custo de implementação de gestão de meios de produção

	Etiquetas	Leitores RFID	Software	Total
Meios de produção	20€/unidade	6 fixos – 200 €/unidade 4 portáteis – 1.500€/unidade	100.000€	157.200€

3.3.5. Conclusões da implementação de RFID

Não foi possível realizar uma análise concreta de custos, a análise apresentada nos capítulos anteriores foi feita através de pedidos de orçamentos de anos anteriores e de pesquisa na web. O próximo passo seria contactar um fornecedor para pedir orçamentos.

Contudo, foi possível perceber que desde a última vez que o grupo Simoldes fez uma análise para implementar etiquetas RFID nas suas fábricas, esta tecnologia evoluiu o suficiente para requerer um novo estudo.

Foram identificadas algumas vantagens genéricas da implementação de etiquetas com identificação por RFID, sendo elas:

- Registo de dados de movimentações efetuadas online;
- Rastreabilidade interna e potencialmente externa;
- Maior produtividade;
- Eliminação de erros;
- Registo no ERP de forma automática;
- Possibilidade de rapidez e eficiência na realização dos inventários.

Foram analisadas três formas de implementação que se podem complementar umas com as outras, reduzindo o custo total. A rastreabilidade na produção de plásticos teria elevado impacto nas reclamações de clientes, análise de processos críticos e gestão de qualidade. A gestão de stocks iria libertar alguma carga dos colaboradores de logística e permitir alcançar maior eficiência na gestão de stocks, no entanto, das três propostas será de menor interesse devido ao custo elevado. A gestão de meios de produção seria a de maior interesse, uma vez que os moldes são a fonte de rendimento do grupo e uma fonte de investimento enorme. Assim, a sua localização e possibilidade de colocar informação diretamente no molde, aliado à indústria 4.0 que possibilita a troca de informação entre máquina e molde, torna esta proposta a mais aliciante.

4 Conclusões e trabalhos futuros

4.1 Conclusões

Sendo a Inplas uma empresa que fornece componentes para o setor automóvel, quaisquer melhorias em termos de produção, processo ou logística representam ganhos de faturação bastante elevados devido à elevada quantidade de peças que produz diariamente, o que torna o departamento de processo imprescindível para o aumento de produtividade.

Só a partir da análise detalhada de cada posto de injeção, com a descrição das tarefas e cronometragem dos tempos, foram atingidos ganhos na ordem dos 880.000€. Com a medição dos tempos operacionais no local, foi possível perceber que existe alguma discrepância entre operadores em termos de desempenho. Dependendo da complexidade da peça, pode tornar-se necessário realizar várias cronometragens a vários operadores. Ao longo dos 4 meses foram analisados vários postos de injeção, muitas várias vezes ao longo do tempo, o que revelou que a habituação por parte dos operadores às tarefas a realizar é um fator a ter em conta na análise das taxas de ocupação. Na grande maioria, os operadores tornavam-se mais eficientes, não só pela familiarização ao posto de injeção, mas também pelas melhorias provenientes das reuniões PDCA implementadas nos postos de injeção.

As metodologias *Lean* possuem, de uma forma geral, procedimentos estabelecidos, tais como PDCA, VSM, entre outros. No entanto, os conceitos *Lean* não são mais do que isso, conceitos. Tem de partir da escolha de cada um se os aplica ou não, como por exemplo 5S ou TPM, havendo sempre maneira de os circum-navegar.

Os colaboradores (trabalhadores), os acionistas, os fornecedores e a sociedade em geral também esperam receber algo que “valha a pena”, para que continuem a apoiar o desenvolvimento da organização. Não pensar em “valorizar” estas partes é comprometer seriamente o futuro de qualquer organização. (Pinto, 2014)

A boa implementação das metodologias *Lean* só é possível se todos participarem, desde os operadores dos postos de injeção aos diretores de fábrica. Durante o período do estágio foi possível perceber que estes conceitos estão presentes em todos os departamentos do grupo Simoldes. No entanto, conforme o conceito de melhoria contínua, há e haverá sempre maneiras de aperfeiçoar.

A exigência do setor automóvel obrigou a Inplas e o resto do Grupo Simoldes a fazer parte da quarta revolução industrial. Foi desenvolvido e está a ser implementado um sistema de aquisição automático de dados das máquinas de injeção. Com este tipo de sistema, a monitorização das métricas descritas nesta dissertação foi feita em tempo real, facilitando a intervenção do grupo de trabalho da empresa. Também foi analisada a implementação de etiquetas RFID como complemento à indústria 4.0 para facilitar a análise de processos críticos, gestão de stock e meios de produção. Num sector cada vez mais competitivo e exigente é fundamental produzir com o menor custo e com a melhor qualidade possível.

4.2 Trabalhos futuros

Como trabalhos futuros propõe-se continuar a aplicar os conceitos e metodologias adotadas durante o estágio. Prevê-se que os ganhos não cheguem aos valores apresentados, pois a fase do SPPS (Simoldes Plásticos *Project System*) com maior potencial de ganhos é a fase 5, onde os projetos são entregues às fábricas e às equipes de processo locais.

Em relação à implementação de novas tecnologias, o próximo passo passaria por contactar um fornecedor ligado à tecnologia RFID de modo a materializar as três propostas estudadas. Foi sugerido contactar a empresa Harting, fornecedora de componentes poliméricos para moldes que, além de ser fornecedor dessa tecnologia, já utiliza etiquetas RFID nos seus moldes. Sabe-se que alguns dos clientes do grupo Simoldes já utilizam esta tecnologia nas suas embalagens e seria interessante estudar a hipótese de interligar ambas, permitindo o mapeamento dos componentes desde o momento de injeção até à instalação no automóvel.

Referências

- João Paulo Pinto, 2014, “Pensamento LEAN: A filosofia das organizações vencedoras”, Lidel.
- J. Luis del Val Román, 2016, “Industria 4.0: la transformación digital de la industria”, Conferencia de Directores y Decanos de Ingeniería Informática, <http://coddii.org/wp-content/uploads/2016/10/Informe-CODDII-Industria-4.0.pdf>.
- J. Mokyr e Robert H. Strotz, 1999, “The Second Industrial Revolution, 1870-1914”, Northwestern University
- K. Schwab, 2017, “The Fourth Industrial Revolution”, Currency
- F. Xia, L. Yang, L. Wang e A.Vinel, 2012, “Internet of Things”, International Journal of Communication Systems Int. J. Commun. Syst.
- Taichii Ohno, 1988, “Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production”, CRC Press
- Mike Rother, 1999, “Learning to See: Value Stream Mapping to Create Value and Eliminate Muda”, Lean Enterprise Institute
- James P. Womack e Daniel T. Jones, 1996, “Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation”, Inglaterra: Journal of the Operational Research Society

ANEXO A: Glossário de Termos e Acrônimos

5S - Os 5S são cinco palavras que em japonês começam por “s”, sendo elas: *seiri* (organização), *seiton* (arrumação), *seiso* (limpeza), *seiketsu* (normalização) e *shitsuke* (autodisciplina). Este conjunto de práticas procuram reduzir o desperdício e melhorar o desempenho dos colaboradores e processos da empresa a partir de uma abordagem simples, sendo possível através da manutenção das condições ótimas dos locais de trabalho.

Dentro desta ferramenta é usual inserir mais um “S”, o de segurança. O objetivo final é o de encorajar os colaboradores a melhorar o local de trabalho e facilitar a redução de desperdícios, formando o terreno ideal para a implementação de soluções Lean, tais como o TPM (total *productive maintenance*) e 6σ (*six sigma*).

ERP (*enterprise resource planning*) - sistema de informação que interliga todos os dados e processos de uma organização num único sistema. A interligação pode ser vista sob a perspetiva funcional (sistemas de finanças, contabilidade, recursos humanos, fabricação, marketing, vendas, compras e outros) e sob a perspetiva sistémica (sistema de processamento de transações, sistemas de informações gerenciais, sistemas de apoio à decisão entre outros).

FMEA (*Failure mode and effect analysis*) - é uma ferramenta utilizada na facilitação de processos de prevenção de falhas, planeamento de medidas preventivas, estimativas de custos causados pelas falhas e planeamento de procedimentos redundantes e de segurança de sistemas de resposta a falhas, ou seja, analisa o potencial de falhas dos processos e atividades. Utiliza uma fórmula de cálculo, correspondente ao valor de escala da Severidade (S), Probabilidade de Ocorrência (O) e Probabilidade de Detecção (D). (Pinto, 2014)

Obtendo-se um indicador que avalia o risco potencial de um evento (NPR).

Equação A. 4

$$NPR = S \times O \times D$$

Heijunka – palavra de origem japonesa que significa nivelar e tem como objetivo o nivelamento da carga de forma a garantir um fluxo contínuo de materiais e informação pela fábrica ou processo.

IoT (*internet of things*) - Tendo em conta a 4ª Revolução Industrial e a mudança muito proeminente na área da manufatura com vista na otimização de operações usando a informação recolhida por sensores surge o conceito IoT, *Internet-Of-Things*, que tem como principal objetivo representar uma rede composta por objetos físicos, identificados de forma única, que se encontram ligados à Internet e entre si. (Xia *et al*, 2012)

Kanban – palavra de origem japonesa que significa cartão. É um dos sistemas de controlo de operações mais simples e um dos elementos primários do TPS. O sistema *Kanban* coordena o fluxo de materiais e informação ao longo do processo de fabrico, de acordo com o *Pull System*.

Lead Time - Tempo necessário para realizar dada tarefa, trabalho ou produto. É um tempo composto pelo tempo útil (como o tempo de processamento) e o tempo produtivo (por exemplo, avarias, armazenamento, transportes e *setups*).

MOD (mão de obra direta) – Número de operadores por turno que são necessários para o posto de injeção.

Poka-Yoke - Refere-se a atividades de identificação e prevenção de causas prováveis de erros ou defeitos nos processos. Este princípio leva a que a produção de produtos seja mais fácil, segura e económica.

Como complemento, é frequente encontrarem-se as técnicas DFX, *design for X*, onde X pode ser produção, segurança, montagem, reciclagem, qualidade, entre outras, sendo que estas técnicas foram sugeridas por Henry Ford já nos anos 20.

PPM (Partes por milhão) - No âmbito da gestão da qualidade refere-se à quantidade de defeitos encontrados por milhão de produtos realizados.

Equação A. 5

$$PPM = \frac{\Sigma Rejeitados}{\Sigma Total Produzido} \times 10^6$$

Pull System - O conceito *pull* consiste, essencialmente, na produção apenas dos itens pretendidos, na quantidade certa e no momento certo. No TPS, o ritmo de procura do cliente final é repercutido ao longo de toda a cadeia de fornecimento, desde o armazém de produtos acabados até aos fornecedores de matérias-primas. A informação de produção flui de processo em processo, em sentido contrário ao fluxo dos materiais. Um sistema de produção que opere sob a lógica da produção puxada produz somente o que for vendido, evitando excessos de produção. (Pinto, 2014) Isto apenas é possível utilizando o sistema *Kanban*.

RO (Rendimento Operacional) - O RO, ou OEE (*overall equipment efficiency*), é uma métrica que avalia o desempenho global do sistema de operações, ao considerar os três elementos envolvidos na criação de valor, disponibilidade (RU), performance (RQT) e qualidade (RQL), da seguinte forma:

Equação A. 6

$$RU(\%) = \frac{\text{Tempo de abertura} - \text{Perdas de disponibilidade}}{\text{Tempo de abertura}}$$

Equação A. 7

$$RQT(\%) = \frac{\text{Tempo disponível} - \text{Perdas de performance}}{\text{Tempo disponível}}$$

Equação A. 8

$$RQL(\%) = \frac{\text{Tempo de funcionamento} - \text{Perdas de qualidade}}{\text{Tempo de funcionamento}}$$

Equação A. 9

$$RO(\%) = RU(\%) \times RQT(\%) \times RQL(\%)$$

Para se obterem os valores de RO mensais de um dado molde a partir dos valores diários, deve ser utilizada a seguinte equação:

Equação A. 10

$$RO(\%) = \bar{RU}(\%) \times \bar{RQT}(\%) \times \bar{RQL}(\%)$$

Six Sigma - Trata-se de uma metodologia disciplinada que, através do uso de dados provenientes do processo, reduz a variação (*muda*) dos processos de forma sistemática. Para tal, baseia-se num conjunto de métodos, ferramentas estatísticas e planos para observar e gerir as variáveis críticas dos processos, bem como a relação entre elas. A metodologia *Six Sigma* foi desenvolvida pela Motorola nos anos 80 e rapidamente ganhou adeptos por toda a indústria e serviços norte-americanos. Atualmente, é muito frequente a aplicação dos *Six Sigma* após a estabilização dos processos conseguida pela filosofia *Lean Thinking*. (Pinto, 2014)

Esta metodologia assenta em 6 conceitos-chave, sendo eles:

- Ênfase na qualidade: satisfação dos atributos mais importantes para o cliente;
- A noção de defeito: incapacidade em entregar o que o cliente pretende;
- Capacidade do processo: a competência do processo, aquilo que pode ser entregue/satisfeito;
- Variação (desvio-padrão): aquilo que o cliente vê, sente e percebe;
- Operações estáveis: garantia da consistência e criação de processos previsíveis que melhorem o serviço ao cliente;
- *Design for Six Sigma*: desenvolver produtos e processos capazes de responder às necessidades do cliente e garantir elevada capacidade;

SMED (*Single Minute Exchange Die*) - O método SMED trata de reduzir os tempos de *setup* através de ações de melhoria, resultado do trabalho de equipa, com o intuito de reduzir sistematicamente os tempos e atividades de mudança e/ou ajuste. O objetivo deste método é de maximizar a flexibilidade dos processos e utilização de meios, tendo como consequências diretas a redução de custos.

Os principais conceitos que permitem a redução de tempos de *setup* são:

- Separar atividade de *setup* internas e externas envolvidas no processo de mudança de ferramenta.
- Converter as atividades de *setup* internas em externas onde possível, de modo a minimizar o tempo de paragem do equipamento/processo.
- Eliminar a necessidade de ajustes.
- Uniformizar e melhorar as operações manuais.
- Melhorar o equipamento através de alterações estruturais ou de modo de operação.
- Criar gráfico de melhorias e definir objetivos a atingir.

Takt Time - O *takt time* é um tempo de ciclo definido de acordo com a procura, se a procura aumenta, o *takt time* terá de diminuir e vice-versa.

Tempo de Ciclo - Para uma máquina ou célula, representa o tempo de saída de peças consecutivas. É o tempo definido pela mais longa das operações. O tempo de ciclo tem de estar em harmonia com o *takt time* (o qual é um tempo de ciclo definido em função da procura do cliente). Muitas vezes, o tempo de ciclo é confundido com o *lead time*, no entanto, são tempo diferentes. (Pinto, 2014)

TOC (*Theory of Constraints*) - A TOC, ou teoria de estrangulamentos, trata de analisar o *bottleneck*, ou estrangulamento, de uma operação ou processo tendo como objetivo aliviar o mesmo através dos seguintes passos:

1. Identificar o estrangulamento do sistema;
2. Decidir o modo de explorar o estrangulamento;
3. Subordinar tudo à decisão do passo 2;
4. Elevar o constrangimento – canalizar esforços no sentido da melhoria do estrangulamento (deixando de o ser ou atenuando a sua presença no sistema);
5. Não deixar a inércia tornar-se o estrangulamento do sistema. Se o constrangimento for anulado, voltar ao passo 1 e repetir;

Esta análise e execução não é encerrada quando o estrangulamento é retirado ou o sistema é aliviado da sua presença. Pelo contrário, o TOC incentiva o estabelecimento de um ciclo contínuo de melhoria que se encarrega de desvendar oportunidades de melhoria, enquanto alivia a organização dos seus estrangulamentos. (Pinto, 2014)

TPM (*Total Productive Maintenance*) - TPM significa manutenção produtiva total e tem como objetivo prevenir paragens e libertar os colaboradores de manutenção das verificações

mais simples para que estes se possam focar com a manutenção planeada. Isto é alcançado ao instalar a manutenção autónoma, isto é, cada operador tem de realizar formação e passa a ser responsável por manter e cuidar do seu posto/máquina através de limpezas, verificações simples e lubrificações.

ANEXO B: Dados e operações dos postos de injeção

Tabela 35 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9098

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º OPERADOR				
Máquina:	EN 800 VI		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9098		1	Recolher peça esquerda do tapete e analisar segundo GC	4,1	1	Recolher peça direita do tapete e analisar segundo GC	4,4		
T/C [sec]:	54									
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 1 Clip Azul no porta-clip	7,2	2	Inserir Clip metálico na abertura da espuma adesiva e colocar no insersor do equipamento	3,0		
N.º MOD:	2									
RO:	95,2%		3	Colocar peça no equipamento de detecção/montagem, cortar e colar filme de proteção e pressionar START no equipamento de detecção	11,2	3	Montar 1 Clip Plástico Branco	6,4		
PPMs:	4 480									
Necessidade Carros/Dias:			4	Marcar peça com nrº de operador e embalar segundo GE	14,5	4	Colocar peça no equipamento de detecção/montagem, cortar e colar filme de proteção e pressionar START no equipamento	18,6		
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,9	5	Marcar peça com nrº de operador e embalar segundo GE	13,2		
	16,32	17,14								
Necessidade MOD/Mês:			Tempo total A...Z:			37,9	6	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,9	
	4,45		Ocupação/Pax/Ciclo:			37,9				
			%Ocupação/Pax:			70%	Tempo total A...Z:			46,5
							Ocupação/Pax/Ciclo:			46,5
							%Ocupação/Pax:			86%

Tabela 36 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9161

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			
Máquina:	EN 1500 V		Peça de A...Z:		Nº Op./Peça	1
Molde:	MO.9161		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar peça na base do equipamento de montagem/ detecção		5.8
T/C [sec]:	60					
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 2 clips nos porta-agrafos e acionar botão de START		6.1
N.º MOD:	2					
RO:	91.1%		3	Apoiar peça na base do equipamento em posição vertical, cortar filme de proteção e aplicar filme de proteção no local indicado		11.9
PPMs:	7,209					
Necessidade Carros/Dias:			4	Retirar peça da base do equipamento , marcar peça com o número de operador e embalar peça segundo GE		12.5
	1068					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Trocar de embalagem e colocar rótulo na embalagem antes da 1ª peça		3.8
	16.32	17.92				
Necessidade MOD/Mês:			Tempo total A...Z:			40.0
	4.45		Ocupação/Pax/Ciclo:			40.0
			%Ocupação/Pax:			67%

Tabela 37 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9162

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º OPERADOR				
Máquina:	KM 500 X		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	0.5	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9162		1	Abastecer equipamento de montagem com 1 Agrafe Bouble Etage Courte e 1 Trim Fastener Side Impact		4.7	1	Analisar peça segundo GC e colocar etiqueta		14.7
T/C [sec]:	55									
N.º Cavidades:	1+1		2	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar no equipamento de montagem		7.1	2	Embalar a peça de acordo com GE		9.6
N.º MOD:	1									
RO:	88.3%		3	Recolher peça do equipamento de montagem do ciclo anterior, marcar com nº de operador e passar para posto seguinte		5.6	3	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		5.6
PPMs:	35,109									
Necessidade Carros/Dias:			Tempo total A...Z:			17.4	Tempo total A...Z:			29.9
	1187		Ocupação/Pax/Ciclo:			34.8	Ocupação/Pax/Ciclo:			29.9
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			%Ocupação/Pax:			63%	%Ocupação/Pax:			54%
16.62		18.83								
Necessidade MOD/Mês:										
	2.27									

Tabela 38 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9163

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			
Máquina:	KM 650 II		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9163		1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça com face visível virada para baixo na base do equipamento de		6,3
T/C [sec]:	42					
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar dois clips nos porta-agrãos e marcar peça com nrº de operador		5,6
N.º MOD:	2					
RO:	95,3%		3	Accionar START no equipamento de montagem/deteção e embalar a peça de acordo com GE		14,9
PPMs:	2 180					
Necessidade Carros/Dias:			4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		3,8
	1187					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			30,5
12,69 13,32			Ocupação/Pax/Ciclo:			30,5
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			73%
	3,46					

Tabela 39 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9288

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º e 3º OPERADOR				
Máquina:	KM 800 III		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9288		1	Recolher peça esquerda do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter		16.3	1	Recolher peça e montar 2 anilhas de espuma		6.9
T/C [sec]:	48									
N.º Cavidades:	1+1		2	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte		4.8	2	Montar 1 Tether Clip		5.7
N.º MOD:	3									
RO:	82.9%		3	Recolher peça direita do tapete, analisar de acordo com a GC e montar 1 Support Tweeter		16.3	3	Retirar peça do ciclo anterior do equipamento de soldadura e colocar peça do presente ciclo		5.2
PPMs:	35,157									
Necessidade Carros/Dias:			4	Colar 1 espuma e passar para o posto seguinte		4.8	4	Marcar peça do ciclo anterior com o número de operador e embalar de acordo com a GE		15.1
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:		42.2	5	Efetuar leitura Poka-Yoke, trocar embalagem e colocar rótulo		8.4	
14.51		17.50	Ocupação/Pax/Ciclo:		42.2					
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:		88%	Tempo total A...Z:			41.3	
	5.94					Ocupação/Pax/Ciclo:			41.3	
						%Ocupação/Pax:			86%	

Tabela 40 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9289

INJEÇÃO			1º OPERADOR			
Máquina:	EN 400 XI		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9289		1	Retirar 1 peça do tapete, reparar e analisar segundo GC e marcar com nrº de operador		11.6
T/C [sec]:	49					
N.º Cavidades:	2		2	Retirar 1 peça do tapete, reparar e analisar segundo GC e marcar com nrº de operador		18.1
N.º MOD:	1					
RO:	95.8%		3	Embalar 1 par de peças segundo GE		8.4
PPMs:	1,340					
Necessidade Carros/Dias:			4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		0.3
	1045					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			38.4
13.03		13.60	Ocupação/Pax/Ciclo:			38.4
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			78%
	1.78					

Tabela 41 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9290

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º e 3º OPERADOR		
Máquina:	EN 1700 VI		Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	0.5	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9290		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar a face visível virada para baixo na base do equipamento de montagem	7.9	1	Analisar peça de acordo com GC e embalar segundo GE	35.3
T/C [sec]:	60							
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	5.7	2	Trocar de embalagem e colocar rótulo na embalagem antes da 1ª peça	3.1
N.º MOD:	3							
RO:	86.5%		3	Colocar 1 espuma no indexador da peça indicado e acionar START	5.8	Tempo total A...Z:		38.4
PPMs:	9,070					Ocupação/Pax/Ciclo:		38.4
Necessidade Carros/Dias:			4	Retirar peça da base do equipamento, marcar com o número de operador e colocar na bancada para o próximo posto	8.3	%Ocupação/Pax:		64%
1021								
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:		27.6			
15.60		18.03	Ocupação/Pax/Ciclo:		55.2			
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:		92%			
6.38								

Tabela 42 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9291

INJEÇÃO			1º OPERADOR			
Máquina:	KM 500 IX		Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	0,5
Molde:	MO.9291		1	Recolher peça esquerda do tapete, analisar segundo GC e marcar com nrº de operador		3,2
T/C [sec]:	42					
N.º Cavidades:	2+2		2	Embalar a peça segundo GE		3,6
N.º MOD:	1					
RO:	73,6%		3	Recolher peça direita do tapete, analisar segundo GC e marcar com nrº de operador		2,3
PPMs:	13 601					
Necessidade Carros/Dias:			4	Embalar a peça segundo GE		3,3
	1187					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		1,4
12,69		17,25				
Necessidade MOD/Mês:			Tempo total A...Z:			13,7
	1,73		Ocupação/Pax/Ciclo:			27,4
			%Ocupação/Pax:			65%

Tabela 43 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9293

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º OPERADOR				
Máquina:	SD 1100		Peça de A...Z:		Nº Op./Peça	1	Peça de A...Z:		Nº Op./Peça	1
Molde:	MO.9293		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar peça na bancada	2,9	1	Recolher peça e montar 1 Insono		14,0	
T/C [sec]:	46									
N.º Cavidades:	1		2	Montar 4 clips	13,8	2	Trocar peça do ciclo anterior para a do ciclo atual no equipamento de soldadura e pressionar START		6,4	
N.º MOD:	2									
RO:	95,2%		3	Montar e testar Flap	7,1	3	Verificar os 4 pontos de soldadura, marca peça com nº de operador e embalar segundo GE		23,1	
PPMs:	7 507									
Necessidade Carros/Dias:			4	Marcar peça com o nº de operador e passar a peça para o posto seguinte	5,4	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		0,5	
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			29,2	Tempo total A...Z:			44,0
13,90		14,60	Ocupação/Pax/Ciclo:			29,2	Ocupação/Pax/Ciclo:			44,0
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			63%	%Ocupação/Pax:			96%
	3,79									

Tabela 44 – Dados e operações do posto de injeção do molde 9295

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR		
Máquina:	KM 800 IV		Peça de A...Z:	Nº Op./Peça	1
Molde:	MO.9295		1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base do equipamento de montagem/detecção	6,0
T/C [sec]:	50				
N.º Cavidades:	1+1		2	Montar 3 clips no porta-agraços	6,4
N.º MOD:	2				
RO:	93,0%		3	Montar 1 insono	8,9
PPMs:	8 965				
Necessidade Carros/Dias:			4	Accionar botão START do equipamento e marcar a peça com nº de operador	2,7
	1187				
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Embalar a peça de acordo com GE	20,3
	15,11	16,25			
Necessidade MOD/Mês:			6	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	0,9
	4,12				
			Tempo total A...Z:		45,0
			Ocupação/Pax/Ciclo:		45,0
			%Ocupação/Pax:		90%

Tabela 45 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9298

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			3º OPERADOR					
Máquina:	EN 1500 VII		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	2	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	1	
Molde:	MO.9298		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar em cima da bancada		8.6	1	Recolher peça do Rac de transferência, colocar no equipamento de detecção e marcar com nrº de operador		7.5	
T/C [sec]:	65										
N.º Cavidades:	1		2	Montar 2 Grapas		5.4	2	Remover peça do ciclo anterior e embalar segundo GE		22.7	
N.º MOD:	3										
RO:	85.6%		3	Montar 1 Trappe		6.8	3	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		4.3	
PPMs:	20,235										
Necessidade Carros/Dias:			4	Montar 2 Butée grandes e virar a peça		8.8	Tempo total A...Z:				34.5
	1187						Ocupação/Pax/Ciclo:				34.5
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Montar 1 Insono Grande		21.0	%Ocupação/Pax:				53%
	19.65	22.95									
Necessidade MOD/Mês:			6	Colar 1 Insono Pequeno		9.8					
	8.04										
			7	Montar 2 Butée pequenos e marcar com nrº de operador		6.6					
			8	Colocar peça no RAC de transferência		7.4					
Tempo total A...Z:					74.4						
Ocupação/Pax/Ciclo:					37.2						
%Ocupação/Pax:					57%						

Tabela 46 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9299

INJEÇÃO			1º OPERADOR			2º OPERADOR				
Máquina:	EN 275 X		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	0.5	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	0.5
Molde:	MO.9299		1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base de montagem do botão	3.4	1	Recolher peça do RAC de transferência e colocar na base de equipamento com a face visível virada para baixo	3.4		
T/C [sec]:	60									
N.º Cavidades:	2		2	Montar 1 botão na abertura da peça	5.4	2	Fechar as 2 sangles passando a parte vermelha pela fivela e pressionar START	8.7		
N.º MOD:	2									
RO:	97.2%		3	Colocar peça na base de pré-montagem das sangles e pré-montar sangles	14.6	3	Embalar peça de acordo com GE	6.6		
PPMs:	4,363									
Necessidade Carros/Dias:			4	Colocar peça no RAC de transferência	2.8	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	2.1		
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			26.2	Tempo total A...Z:			20.7
18.13		18.66	Ocupação/Pax/Ciclo:			52.3	Ocupação/Pax/Ciclo:			41.4
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			87%	%Ocupação/Pax:			69%
	4.95									

Tabela 47 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9300

INJEÇÃO			1º OPERADOR			MURO DE QUALIDADE				
Máquina:	KM 500 X		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	0,5	Peça de A...Z:		Nrº Op./Peça	0,5
Molde:	MO.9300		1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar peça na bancada		6,5	1	Recolher peça, analisar de acordo com GC, colocar etiqueta e embalar a peça segundo GE		11,2
T/C [sec]:	46									
N.º Cavidades:	2		2	Virar a peça e colar 2 Feltros		6,7	2	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		7,4
N.º MOD:	1									
RO:	91,2%		3	Verificar a presença de 7 Clips metálicos (com marcador verde)		4,9	Tempo total A...Z:		18,6	
PPMs:	18 976			Ocupação/Pax/Ciclo:			37,2			
Necessidade Carros/Dias:			4	Marcar peça com nº de operador e passar peça para o Muro de Qualidade		4,5	%Ocupação/Pax:		81%	
	1187									
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			22,6				
13,90		15,24	Ocupação/Pax/Ciclo:			45,2				
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			98%				
	1,90									

Tabela 48 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9301

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			
Máquina:	KM 1000 I		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	1
Molde:	MO.9301		1	Colocar 2 Clips nos insertores do equipamento		7.6
T/C [sec]:	50					
N.º Cavidades:	1+1		2	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça na base do equipamento de montagem/deteção		7.0
N.º MOD:	2					
RO:	92.8%		3	Pre-montar Diablo na peça e libertar barreiras de segurança		3.7
PPMs:	7,189					
Necessidade Carros/Dias:			4	Retira peça da base do equipamento, marca com nº de operador e embala a peça de acordo com GE		12.0
	1187					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		1.1
	15.11	16.28				
Necessidade MOD/Mês:			Tempo total A...Z:			31.4
	4.12		Ocupação/Pax/Ciclo:			31.4
			%Ocupação/Pax:			63%

Tabela 49 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9437

INJEÇÃO		1º e 2º OPERADOR			3º OPERADOR		
Máquina:	EN 1100 VI	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	2	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9437	1	Recolher peça do tapete e analisar de acordo com GC	6.7	1	Abastecer equipamento com 2 Grapas	3.3
T/C [sec]:	57	2	Colocar peça em cima da bancada do tapete e montar 1 Cloison	4.0	2	Recolher peça do RAC de transferência, colocar peça na base do equipamento e fechar trancador na zona das grapas	6.3
N.º Cavidades:	1	3	Colocar 1 mola no centro do botão e montar conjunto no local indicado	5.6	3	Retirar peça do ciclo anterior do extrator, libertar barreiras de segurança e accionar START	2.5
N.º MOD:	3	4	Colocar peça na bancada com parte técnica virada para cima e montar 1 insono pequeno	8.9	4	Marcar peça com o número de operador e embalar a peça de acordo com GE	18.0
RO:	88.8%	5	Montar 1 insono grande	17.8	5	Trocar embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	4.2
PPMs:	25,953	6	Montar 2 clips nos locais indicados	4.7	Tempo total A...Z:		34.3
Necessidade Carros/Dias:	1187	7	Colar 1 Feltro no local indicado, marcar peça com o número de operador e colocar no RAC de transferência para o próximo posto	9.6	Ocupação/Pax/Ciclo:		34.3
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:	17.23	Tempo total A...Z:		57.1	%Ocupação/Pax:		60%
	19.40	Ocupação/Pax/Ciclo:		28.6			
Necessidade MOD/Mês:	7.05	%Ocupação/Pax:		50%			

Tabela 50 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9438

INJEÇÃO		1º e 2º OPERADOR			3º OPERADOR		
Máquina:	EN 1100 VII	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	2	Peça de A...Z:	Nrº Op./Peça	1
Molde:	MO.9438	1	Recolher peça do tapete, analisar segundo GC e colocar em cima da bancada do tapete	5.9	1	Recolher peça do RAC de transferência do posto anterior e abastecer equipamento com 2 Grapas	8.0
T/C [sec]:	57	2	Colocar 1 mola no centro do botão e montar conjunto	5.7	2	Colocar peça do presente ciclo no equipamento, retirar a do ciclo anterior e pressionar START	6.5
N.º Cavidades:	1	3	Montar 1 Cloison e colocar peça na bancada com parte técnica virada para cima	9.2	3	Marcar a peça com o nrº de operador e embalar a peça segundo GE	18.9
N.º MOD:	3	4	Montar 2 Clips	5.8	4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	2.5
RO:	80.3%	5	Montar 1 Insono pequeno	7.0	Tempo total A...Z:		35.9
PPMs:	22,264	6	Montar 1 Insono grande	22.4	Ocupação/Pax/Ciclo:		35.9
Necessidade Carros/Dias:	1187	7	Colar 1 Feltro e marcar a peça com nrº de operador	5.2	%Ocupação/Pax:		63%
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:	17.23	8	Colocar a peça no RAC de transferência para o próximo posto	8.9			
	21.45	Tempo total A...Z:		70.1			
Necessidade MOD/Mês:	7.05	Ocupação/Pax/Ciclo:		35.1			
		%Ocupação/Pax:		62%			

Tabela 51 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9458

INJEÇÃO			1º OPERADOR			
Máquina:	EN 300 VI		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	0,5
Molde:	MO.9458		1	Recolher 2 peças do tapete, analisar de acordo com GC e colocar na base do equipamento de montagem		6,2
T/C [sec]:	49					
N.º Cavidades:	2		2	Abastecer o equipamento de montagem com 8 Sleeves		6,1
N.º MOD:	1					
RO:	90,1%		3	Recolher 2 peças do equipamento de montagem, marcar com nrº de operador e embalar de acordo com GE		5,4
PPMs:	4 289					
Necessidade Carros/Dias:			4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		1,3
	356					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:			19,1
4,44			Ocupação/Pax/Ciclo:			38,1
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:			78%
	0,61					

Tabela 52 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9660

INJEÇÃO			1º OPERADOR			
Máquina:	EN 600 IV		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	1
Molde:	MO.9660		1	Recolher 1ª peça do tapete, colar 1 Filtro e trocar pela 2ª peça do ciclo anterior no equipamento de detecção	9,0	
T/C [sec]:	45					
N.º Cavidades:	2		2	Recolher 2ª peça do tapete, colar 1 Filtro e trocar pela 1ª peça no equipamento de detecção	11,2	
N.º MOD:	1					
RO:	96,5%		3	Marcar peças com nrº de operador e embalar par de peças de acordo com GE	9,3	
PPMs:	2 596					
Necessidade Carros/Dias:			4	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	1,3	
	142					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			Tempo total A...Z:		30,8	
1,63		1,69	Ocupação/Pax/Ciclo:		30,8	
Necessidade MOD/Mês:			%Ocupação/Pax:		68%	
	0,22					

Tabela 53 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9709

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			
Máquina:	EN 1500 V		Peça de A...Z:		NºOp./Peça	1
Molde:	MO.9709		1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e colocar com a face visível virada para baixo na base do equipamento de montagem/detecção	8,3	
T/C [sec]:	67					
N.º Cavidades:	2		2	Montar 2 clips nos porta-agrafos e accionar START	6,2	
N.º MOD:	2					
RO:	52,1%		3	Apoiar peça na base do equipamento em posição vertical, cortar filme de proteção e aplicar filme de proteção	11,8	
PPMs:	101 724					
Necessidade Carros/Dias:			4	Retirar peça da base do equipamento, marcar com nº de operador e embalar a peça de acordo com GE	14,4	
	142					
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:			5	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	2,3	
	2,42	4,65				
Necessidade MOD/Mês:			Tempo total A...Z:		43,0	
	0,66		Ocupação/Pax/Ciclo:		43,0	
			%Ocupação/Pax:		64%	

Tabela 54 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9711

INJEÇÃO			1º e 2º OPERADOR			
Máquina:	EN 1700 VI		Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	1
Molde:	MO.9711		1	Recolher pela do tapete, analisar de acordo com GC e colocar peça com a face visível virada para baixo na base do equipamento de detecção/montagem	15.3	
T/C [sec]:	60					
N.º Cavidades:	1+1					
N.º MOD:	2		2	Montar 2 clips nos porta-agrafos	6.8	
RO:	67.1%					
PPMs:	99,636		3	Colocar 1 espuma no indexador da peça e accionar o START bi-manual	12.0	
Necessidade Carros/Dias:						
	166		4	Retirar peça da base do equipamento, marcar com o nrº de operador e embalar peça de acordo com GE	12.6	
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:						
	2.54	3.78	5	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça	3.1	
Necessidade MOD/Mês:						
	0.69		Tempo total A...Z:		49.9	
			Ocupação/Pax/Ciclo:		49.9	
			%Ocupação/Pax:		83%	

Tabela 55 - Dados e operações do posto de injeção do molde 9886

INJEÇÃO		1º OPERADOR			
Máquina:	EN 350 IX	Peça de A...Z:		NrºOp./Peça	0,5
Molde:	MO.9886	1	Recolher peça do tapete, analisar de acordo com GC e montar 3 clips		10,7
T/C [sec]:	50				
N.º Cavidades:	2	2	Marcar peça com o nrº de operador e embalar de acordo com GE		8,0
N.º MOD:	1				
RO:	83,3%	3	Trocar de embalagem e colocar rótulo antes da 1ª peça		0,8
PPMs:	2 656				
Necessidade Carros/Dias:		Tempo total A...Z:			19,5
	142	Ocupação/Pax/Ciclo:			39,0
Ocupação Máq./Mês [dias/mês]:		%Ocupação/Pax:			78%
	1,81	2,18			
Necessidade MOD/Mês:					
	0,25				

ANEXO C: PDCA do projeto P24

Tabela 56 - PDCA do projeto P24 à data de 25/06/2020

 PLANO DE AÇÕES - PDCA									
Âmbito: Melhoria da produtividade P24 (SP049_16 / SP027_17 / SP004/18)				Coordenador: DC, FP		Rev. 00 Data: 25/06/2020			
Equipa: DC, DS, DM, HAP, CL, HP, HV, MD, EV, AL, VT				Data criação: 25/06/2020					
Nº	Assunto (Descrição problema)	Causas (Identificação de causas)	Ações (Definição de ações corretivas / preventivas)	Resp (piloto)	Data (prevista)	Data (real)	Status (%)	Observações (Transversalização)	
MO.9295	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 48")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 45")	HP				Realizar novo Hoshin	
MO.9295	Incompletos	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HP					
MO.9289	Tempo de ciclo elevado (atual 49" / vendido 40")	Ficha de especificação do molde refere 44"	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 38")	HP					
MO.9289		Programa robot Sepro	Colocar dois alicates extra na mão-presa para reduzir tempo de ciclo do robot	Eq. Robots					
MO.9301	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 46")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 31")	HP					
MO.9301	Peças todas ensacadas	Gama de embalagem atual	Realizar ensaio com peças ensacadas alternadamente	HV					
MO.9437	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP					
MO.9438	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP					
MO.9098	Peças sem clips metálico	Equipamento falha inserção de clip	Alterar conceito do equipamento	DS/HAP					
MO.9098	Falta de vácuo no equipamento peça esquerda	Ventosa fica dobrada aquando da colocação da peça	Aplicar cilindro na ventosa	Eq. Robots					
MO.9161	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HAP					
MO.9161	Tempo de ciclo elevado (atual 57" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9709	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HAP					
MO.9709	Peças incompletas	Falta definição do local do incompleto	Fazer teste de enchimento	HP					
MO.9709			Verificar necessidade de acrescentar ponto extra de deteção	HAP					
MO.9709	Tempo de ciclo elevado (atual 67" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9886	Falta de clips	Falta de deteção automática	Preparar robot colaborativo para implementação no posto de trabalho	RC					
MO.9288	Equipamentos de soldadura não iniciam ciclo	Fitas de segurança com sujidade	Substituir atual sistema de segurança (barreiras de segurança laterais)	Eq. Robots					
MO.9290	Tempo de ciclo elevado (atual 56" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9290	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP					
MO.9711	Peças incompletas	Falta de deteção de ponto de incompleto	Alterar programação equipamento	HAP					
MO.9711	Tempo de ciclo elevado (atual 60" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9711	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP					
MO.9298	Falha de inserção de clips no JIG 2 da célula de montagem	Indexadores não conformes	Desbastar indexadores e afinar inserções	Eq. Robots					
MO.9298	Tempo de ciclo elevado (atual 58" / operacional 37")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9298		Ciclo célula de montagem	Verificar possibilidade de redução do ciclo da célula de montagem	Eq. Robots					
MO.9298		Tempo operacional de A a Z 108"	Verificar possibilidade de produzir com 2 operadores	DC					
MO.9300	Deteção de clips e incompletos desabilitados em simultâneo	Erros de programação na célula de montagem	Criar separação de desabilitação	Distevi					
MO.9300	Falta de deteção dos feltros	Equipamento ainda em validação	Melhorar afinação do equipamento	Apineq					
MO.9300	Incompletos	Falta de deteção de segundo ponto de incompletos	Adicionar segundo ponto de deteção de incompletos no equipamento de deteção dos feltros	Eq. Robots					
MO.9163	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9291	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 27")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9660	Tempo de ciclo elevado (atual 45" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP					
MO.9162	Raiados	???	Substituir bico 2 do sistema de injeção	HV					
MO.9458	Tempo de ciclo elevado 49"	Tempo operacional	Verificar possibilidade de baixar tempo operacional	DC					
KM 500 X	Problemas de qualidade e perda de disponibilidade	Não atinge força de fecho	?????	RL					

Tabela 57 - PDCA do projeto P24 à data de 24/07/2020

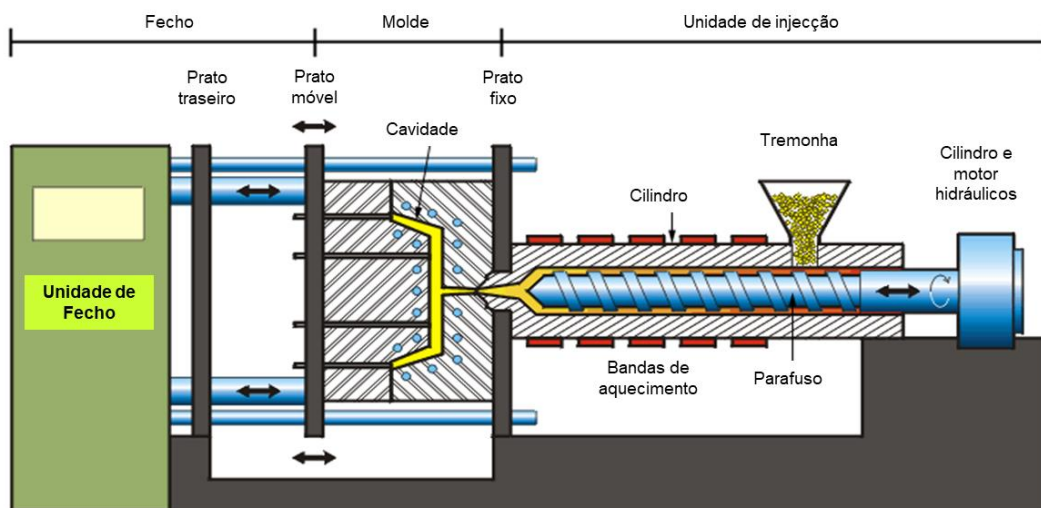
		PLANO DE AÇÕES - PDCA						
		Âmbito: Melhoria da produtividade P24 (SP049_16 / SP027_17 / SP004/18)			Coordenador: DC, FP		Rev. 01 Data: 24/07/2020	
		Equipa: DC, DS, DM, HAP, CL, HP, HV, MD, EV, AL, VT			Data criação: 25/06/2020			
Nº	Assunto <i>(Descrição problema)</i>	Causas <i>(Identificação de causas)</i>	Ações <i>(Definição de ações corretivas / preventivas)</i>	Resp <i>(piloto)</i>	Data <i>(prevista)</i>	Data <i>(real)</i>	Status <i>(%)</i>	Observações <i>(Transversalização)</i>
MO.9295	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 48")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 45")	HP	17/07/20	10/07/20	100	Realizar novo Hoshin Tempo operacional - 36
MO.9295	Incompletos	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HP	17/07/20			
MO.9289	Tempo de ciclo elevado (atual 49" / vendido 40")	Ficha de especificação do molde refere 44"	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 38")	HP	17/07/20			
MO.9289		Programa robot Sepro	Colocar dois alicates extra na mão-presa para reduzir tempo de ciclo do robot	Eq. Robots	17/07/20			
MO.9301	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 46")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 31")	HP	17/07/20	26/06/20	100	Tempo de ciclo 45"
MO.9301	Peças todas ensacadas	Gama de embalagem atual	Realizar ensaio com peças ensacadas alternadamente	HV	17/07/20			
MO.9437	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP	17/07/20			
MO.9438	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP	17/07/20			
MO.9098	Peças sem clips metálico	Equipamento falha inserção de clip	Alterar conceito do equipamento	DSIHAP	17/07/20			
MO.9098	Falha de vácuo no equipamento peça esquerda	Ventosa fica dobrada aquando da colocação da peça	Aplicar cilindro na ventosa	Eq. Robots	17/07/20			
MO.9161	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HAP	17/07/20			
MO.9161	Tempo de ciclo elevado (atual 57" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9709	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implantar bloqueadores de peça no equipamento	HAP	17/07/20			
MO.9709	Peças incompletas	Falta definição do local do incompleto	Fazer teste de enchimento	HP	17/07/20			
MO.9709			Verificar necessidade de acrescentar ponto extra de deteção	HAP	17/07/20			
MO.9709	Tempo de ciclo elevado (atual 67" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9886	Falha de clips	Falha de deteção automática	Preparar robot colaborativo para implementação no posto de trabalho	HP	17/07/20	10/07/20	100	
MO.9288	Equipamentos de soldadura não iniciam ciclo	Fitas de segurança com sujidade	Substituir atual sistema de segurança (barreiras de segurança laterais)	Eq. Robots	17/07/20			
MO.9290	Tempo de ciclo elevado (atual 56" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20	26/06/20	100	Tempo de ciclo 50"
MO.9290	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP	17/07/20			
MO.9711	Peças incompletas	Falha de deteção de ponto de incompleto	Alterar programação equipamento	HAP	17/07/20			
MO.9711	Tempo de ciclo elevado (atual 60" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9711	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP	17/07/20			
MO.9298	Falha de inserção de clips no JIG 2 da célula de montagem	Indexadores não conformes	Desbastar indexadores e afinar inserções	Eq. Robots	17/07/20			
MO.9298	Tempo de ciclo elevado (atual 58")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20	10/07/20	100	Tempo de ciclo 53"
MO.9298		Tempo operacional de A a Z 123"	Verificar possibilidade de produzir com 2 operadores	DC	17/07/20			
MO.9300	Deteção de clips e incompletos desabilitados em simultâneo	Erros de programação na célula de montagem	Criar separação de desabilitação	Distevi	17/07/20			
MO.9300	Falha de deteção dos feltros	Equipamento ainda em validação	Melhorar afinação do equipamento	Apineq	17/07/20			
MO.9300	Incompletos	Falha de deteção de segundo ponto de incompletos	Adicionar segundo ponto de deteção de incompletos no equipamento de deteção dos feltros	Eq. Robots	17/07/20			
MO.9163	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9291	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 27")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9660	Tempo de ciclo elevado (atual 45" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20			
MO.9162	Raiados	???	Substituir bico 2 do sistema de injeção	HV	17/07/20			
MO.9458	Tempo de ciclo elevado 49"	Tempo operacional	Verificar possibilidade de baixar tempo operacional	DC	17/07/20			
KM 500 X	Problemas de qualidade e perda de disponibilidade	Não atinge força de fecho	?????	RL	17/07/20			

Tabela 58 - PDCA do projeto P24 à data de 16/09/20

 GRUPO Simoldes Plastic Division		PLANO DE AÇÕES - PDCA								
		Âmbito: Melhoria da produtividade P24 (SP049_16 / SP027_17 / SP004/18)			Coordenador:	DC/FP			Rev. 02 Data: 16/09/2020	
		Equipa: DC, DS, DM, HAP, CL, IC, ES, HP, HV, MD, EV, AL, VT			Data criação:		25/06/2020			
Nº	Assunto <i>(Descrição problema)</i>	Causas <i>(Identificação de causas)</i>	Ações <i>(Definição de ações corretivas / preventivas)</i>	Resp <i>(piloto)</i>	Data <i>(prevista)</i>	Data <i>(real)</i>	Status <i>(%)</i>	Observações <i>(Transversalização)</i>		
MO.9295	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 48")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 45")	HP	17/07/20	10/07/20	100	Realizar novo Hoshin Tempo operacional - 36 Atualização do ciclo para 44"		
MO.9295	Incompletos	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implentar bloqueadores de peça no equipamento	HP	17/07/20					
MO.9295	Tempo de preparação elevado Gasto de enegia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	30/10/20					
MO.9289	Tempo de ciclo elevado (atual 49" / vendido 40")	Ficha de especificação do molde refere 44"	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 38")	HP	17/07/20					
MO.9289		Programa robot Sepro	Colocar dois alicates extra na mão-presa para reduzir tempo de ciclo do robot	Eq. Robots	17/07/20					
MO.9301	Tempo de ciclo elevado (atual 50" / vendido 46")	Processo de injeção	Realizar ensaio para redução de ciclo (Tempo operacional - 31")	HP	17/07/20	26/06/20	100	Tempo de ciclo 45"		
MO.9301	Peças todas ensacadas	Gama de embalagem atual	Realizar ensaio com peças ensacadas alternadamente	HV	17/07/20					
MO.9437	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP	17/07/20					
MO.9438	Layout (Muita distância entre equipamento e bancada das espumas obriga op. 3 a maior deslocação)	Posição da consola do equipamento	Colocar consola no lado oposto do equipamento	HAP	17/07/20					
MO.9098	Peças sem clips metálico	Equipamento falha inserção de clip	Alterar conceito do equipamento	DS/HAP	17/07/20					
MO.9098	Falta de vácuo no equipamento peça esquerda	Ventosa fica dobrada aquando da colocação da peça	Aplicar cilindro na ventosa	Eq. Robots	17/07/20					
MO.9161	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implentar bloqueadores de peça no equipamento	HAP	17/07/20					
MO.9161	Tempo de ciclo elevado (atual 57" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20					
MO.9709	Peças incompletas e sem componentes	Em alarme o RESET não é garantido por falta de bloqueio de peça	Implentar bloqueadores de peça no equipamento	HAP	17/07/20					
MO.9709	Peças incompletas	Falta definição do local do incompleto	Fazer teste de enchimento	HP	17/07/20					
MO.9709			Verificar necessidade de acrescentar ponto extra de deteção	HAP	17/07/20					
MO.9709	Tempo de ciclo elevado (atual 67" / operacional 40")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20					
MO.9886	Falta de clips	Falta de deteção automática	Preparar robot colaborativo para implementação no posto de trabalho	HP	17/07/20	10/07/20	100			
MO.9288	Equipamentos de soldadura não iniciam ciclo	Fitas de segurança com sujidade	Substituir atual sistema de segurança (barreiras de segurança laterais)	Eq. Robots	17/07/20					
MO.9290	Tempo de ciclo elevado (atual 56" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20	26/06/20	100	Tempo de ciclo 50"		
MO.9290	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP	17/07/20	31/07/20	100			
MO.9290	Tempo de preparação elevado Gasto de energia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	30/10/20					
MO.9711	Peças incompletas	Falta de deteção de ponto de incompleto	Alterar programação equipamento	HAP	17/07/20	15/09/20	100			
MO.9711	Tempo de ciclo elevado (atual 56" / operacional 50")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20					
MO.9711	Peças incompletas	Equipamento entra alarme mas é ignorado	Colocar buzina no equipamento	HP	17/07/20	26/07/20	100			
MO.9711	Tempo de preparação elevado Gasto de energia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	30/10/20					
MO.9298	Falha de inserção de clips no JIG 2 da célula de montagem	Indexadores não conformes	Desbastar indexadores e afinar inserções	Eq. Robots	30/10/20			Pedir disponibilidade na carga de máquina		
MO.9298	Peças com riscos	Manuseamento da peça por parte do operador	Proteger esquinas do contetior PF	DS	30/08/20	21/08/20	75	Definir solução definitiva		
MO.9298			Proteger zonas específicas no equipamento	DS	30/08/20	21/08/20	75	Verificar resultados		
MO.9298	Peças deformadas	Falta de refrigeração no molde na zona da deformação	Analisar tempo máximo de permanência de peça calcada antes de deformar nos 2 JIG's	PP	04/09/20	04/08/20	100	1 min		
MO.9298	Tempo de preparação elevado Gasto de energia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	25/09/20					
MO.9298	Incompletos	Processo de injeção	Fazer teste de enchimento	HP	04/09/20					
MO.9298	Tempo de ciclo elevado (atual 58")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	31/07/20	31/07/20				
MO.9300	Deteção de clips e incompletos desabilitados em simultâneo	Erros de programação na célula de montagem	Criar separação de desabilitação	Distevi	31/07/20	11/09/20	100	Distevi não realiza a ação dentro de garantia. Ação a rever futuramente com realização interna por parte da equipa de Robots Ação não executada		
MO.9300	Falta de deteção dos feltros	Equipamento ainda em validação	Melhorar afinação do equipamento	Apineq	17/07/20	13/07/20	100			
MO.9300	Tempo de ciclo elevado (atual 46" / operacional 41")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	25/09/20					
MO.9300	Incompletos	Falta de deteção de segundo ponto de incompletos	Adicionar segundo ponto de deteção de incompletos no equipamento de deteção dos feltros	Eq. Robots	16/10/20					
MO.9163	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20					
MO.9291	Tempo de ciclo elevado (atual 42" / operacional 27")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/10/20					
MO.9291	Troca de peças	Acumulação de peças	Acrescentar segundo tapete no posto de trabalho	DS	25/09/20					
MO.9660	Tempo de ciclo elevado (atual 45" / operacional 31")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20					
MO.9162	Raiados	???	Substituir bico 2 do sistema de injeção	HV	17/07/20					
MO.9458	Tempo de ciclo elevado 49"	Tempo operacional	Verificar possibilidade de baixar tempo operacional	DC	17/07/20					
KM 500 X	Problemas de qualidade e perda de disponibilidade	Não atinge força de fecho	?????	RL	17/07/20					
MO.9288	Tempo de ciclo elevado (atual 48" / operacional 43")	Processo de injeção	Realizar ensaio de redução de ciclo	HP	17/07/20	10/07/20	100	Tempo de ciclo 45"		
MO.9288	Tempo de preparação elevado Gasto de energia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	30/10/20					
MO.9288	Equipamento não inicia ciclo	Barreiras de segurança obstruídas	Substituição das barreiras de segurança	Robots	18/09/20					
MO.9299	Tempo de ciclo elevado (atual 50")	Tempo operacional Op. 1 - sanglés emaranhadas	Alterar gama de embalagem do componente	CL	22/09/20	11/09/20	100			
MO.9299	Tempo de preparação elevado Gasto de energia	Uso de poliscador / estufa	Ensaiair agente secante	HP	17/09/20					

ANEXO D: Processo de injeção

O presente anexo tem como objetivo explicar, de uma forma simples e visual, o processo de injeção de polímeros que é utilizado na Inplas. Assim apresenta-se de seguida os componentes de uma máquina de injeção na figura 39.



**Representação esquemática
de uma máquina de injeção**

Figura 39 - Esquema de uma máquina de injeção

O parafuso da máquina de injeção possui três zonas com funções distintas, figura 40, sendo elas:

- Alimentação (cerca de 50% do comprimento): transporte dos grãos de material;
- Compressão (cerca de 25%): fusão e homogeneização;
- Medição (cerca de 25%): bombagem da massa fundida para a extremidade do fuso para ser “empurrada” para o molde através do bico.

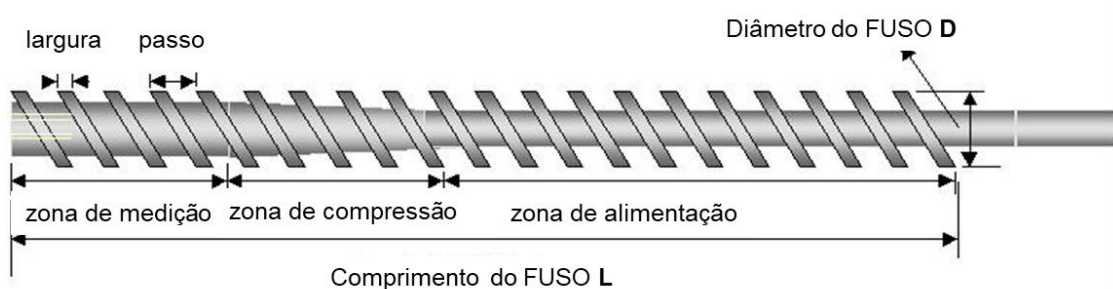


Figura 40 - Zonas do fuso de uma máquina de injeção

A unidade de fecho pode ser acionada de quatro formas:

- Hidráulica: em que os acionamentos de todos os movimentos do molde são hidráulicos;
- Joelheira (simples ou dupla): só por si é insuficiente. As forças envolvidas provocam um grande desgaste;
- Mista de joelheira, mas com cilindro hidráulico de apoio para a força final de trancamento;
- Elétrica (parcial ou totalmente): nas máquinas totalmente elétricas o pistão é acionado por esta energia e garante uma muito maior estabilidade da pressão aplicada.

O processo de injeção possui 7 fases representadas na figura 41, sendo elas:

- Fase da injeção: O material fundido é injetado sob pressão para dentro do molde;
- Fase da 2ª pressão: Compensação da contração com entrada de material adicional;
- Fase do arrefecimento & plastificação: A peça arrefece para ser extraída e prepara-se material para a próxima moldação;
- Abertura do molde, extração da peça e fecho do molde.

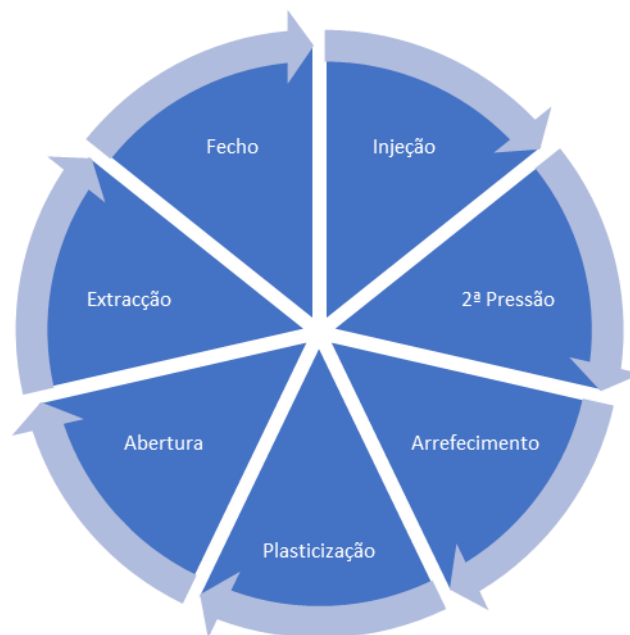
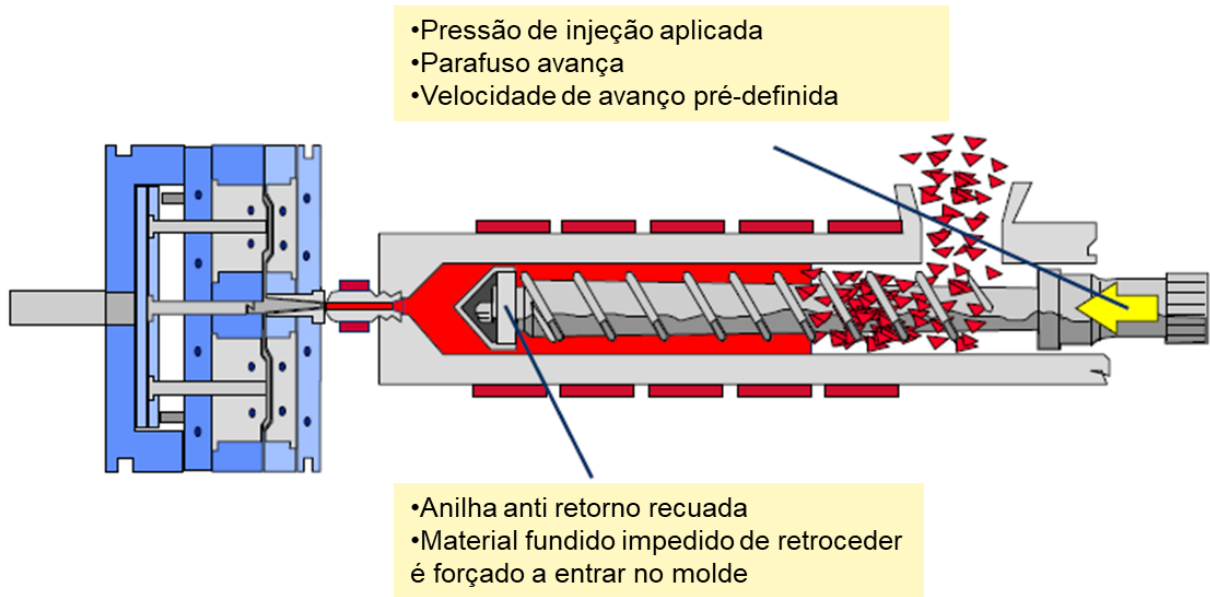


Figura 41 - Fases do processo de injeção

Apresentam-se de seguida as figuras 42 a 47 com os esquemas de cada uma das fases do processo de injeção relevantes para este documento.



• Nesta fase a peça deve encher completamente – garantia da peça completa

Figura 42 - Esquema da fase de injeção

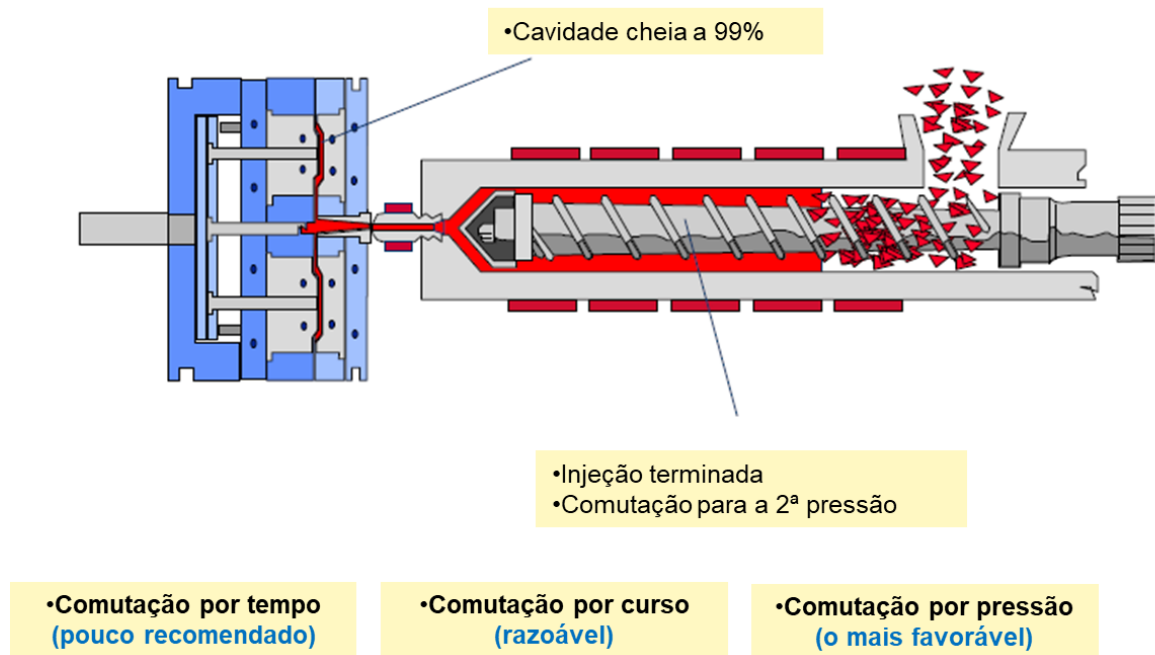
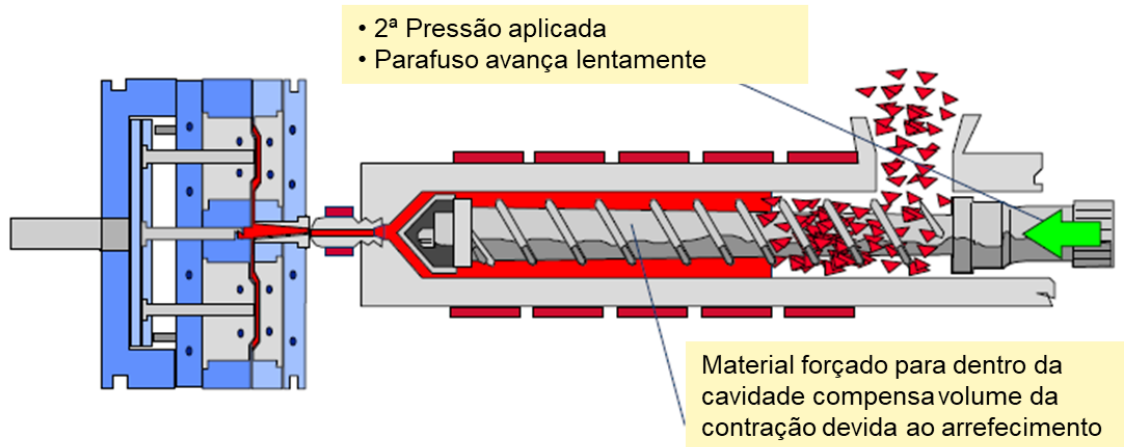


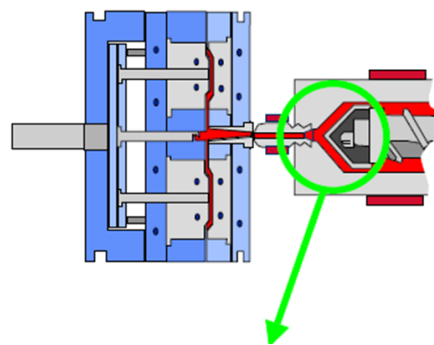
Figura 43 - Esquema da fase de comutação das pressões



• 2ª Pressão (40 – 60 % da Pressão de Injeção)

• Tempo de 2ª Pressão (até solidificar o ponto de injeção) – controlo do peso da peça

Figura 44 - Esquema da fase de 2ª pressão



Almofada

Almofada:

Material que permanece no cilindro no final da injeção

A almofada deve ser suficiente para garantir a compactação na compensação da contração

Figura 45 - Esquema da almofada da fase de 2ª pressão

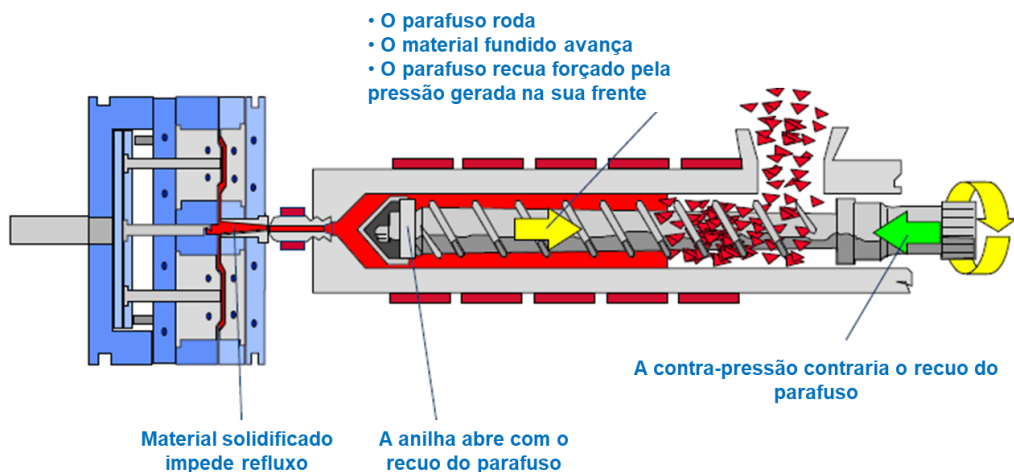


Figura 46 - Esquema da fase de plastificação e arrefecimento

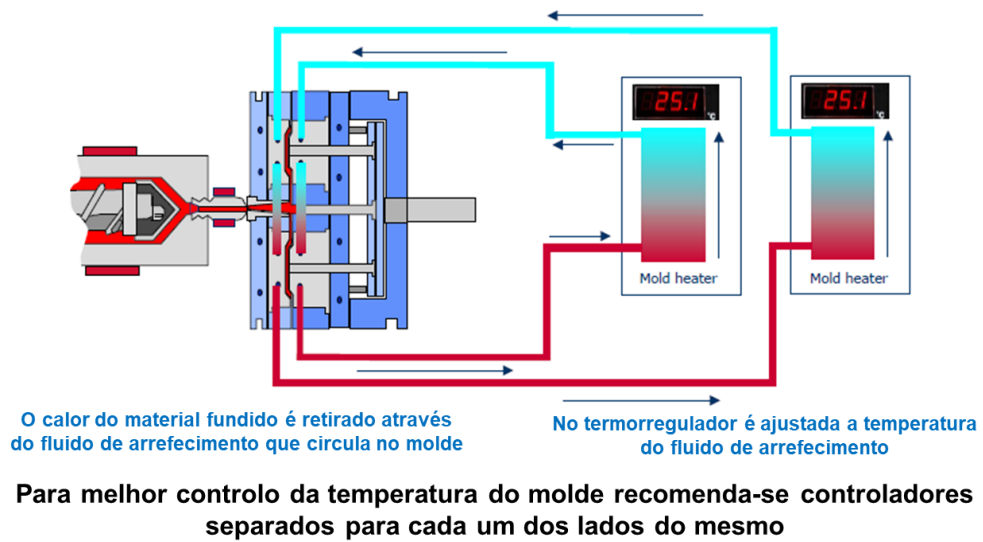


Figura 47 - Esquema da fase de arrefecimento e solidificação do material fundido

Foi considerado relevante introduzir este anexo pois muitos dos ganhos obtidos ao longo do estágio foram provenientes de reduções dos tempos de ciclo das máquinas de injeção. Para isso acontecer há que entender o processo, o que revela a elevada importância que a equipa de afinadores e restantes colaboradores técnicos têm para o sucesso da empresa.