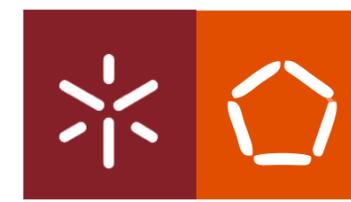




Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Melisa Daniela Fernandes de Freitas

**Melhoria de processos na área de injeção
na indústria automóvel**





Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Melisa Daniela Fernandes de Freitas

**Melhoria de processos na área de injeção na
indústria automóvel**

Tese de Mestrado
Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros

Trabalho efetuado sob orientação do
Fernando Moura Duarte

Outubro de 2016

Nome: Melisa Daniela Fernandes Freitas

Endereço eletrónico: mfreitas.84@gmail.com

Título: Melhoria de processos na área de injeção na indústria automóvel

Orientador: Fernando Moura Duarte

Ano de Conclusão: 2016

Designação do Mestrado: Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros

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

Universidade do Minho ___/___/____

Assinatura: _____

Agradecimentos

Gostaria de agradecer às várias pessoas que, de forma direta ou indireta, deram o seu contributo para a realização deste projeto.

Ao meu orientador, Fernando Moura Duarte, pelos conselhos, auxílio e disponibilidade dispensados.

À minha orientadora, Eng.^a Maria do Céu Bastos por todo o apoio prestado, conselhos, confiança e paciência.

À empresa Delphi pela oportunidade de me permitir realizar este projeto em ambiente industrial, fornecendo todas as condições para que este tenha sido possível. Destacando o Engenheiro Sérgio Torres, o Engenheiro Luís Duarte, o Engenheiro Nuno Ribeiro e os colaboradores da área de injeção com um especial agradecimento ao Macedo, sem eles este projeto não teria sido possível.

À empresa Augusto Guimarães & Filho, em especial ao Engenheiro Cândido Pinheiro por toda disponibilidade e simpatia.

Aos meus pais, ao meu irmão e ao Miguel Coelho, por todo o apoio que me deram ao longo de todo o meu percurso académico

Aos meus colegas de curso que estiveram presentes e me incentivaram ao longo destes cinco anos, agradeço-lhes o auxílio, a troca de opiniões, a disponibilidade e amizade. Destacando o Bruno Vale, o Luís Miguel Correia, Cristiana Pereira e o Tiago Ferraz.

A todos um profundo obrigado!

Título

Melhoria de processos na área de injeção na indústria automóvel.

Resumo

O projeto a desenvolver centra-se na área de injeção do edifício dos plásticos da empresa *Delphi Automotive Systems-Portugal S.A.*, em Braga, no âmbito da dissertação do Mestrado Integrado em Engenharia de Polímeros. O trabalho teve como objetivo efetuar uma análise da redução de custos nesta área observando todo o ciclo produtivo, desde o abastecimento da matéria-prima até ao produto final.

Numa primeira parte identificou-se as ineficiências e os desperdícios mais frequentes e, posteriormente, apresentaram-se oportunidades de melhoria para colmatar os problemas identificados. O principal objetivo deste projeto consiste em melhorar o funcionamento de forma a reduzir custos sem pôr em causa a qualidade dos produtos finais.

Desta forma, realizou-se um estudo sobre a implementação de um sistema de alimentação centralizado procurando apresentar propostas para a alteração da forma de abastecimento das matérias-primas nas máquinas de injeção com o objetivo de reduzir movimentos e melhorar a qualidade de trabalho dos operadores, tendo em conta o investimento necessário. Deste estudo conclui-se que apesar de não ser possível amortizar o investimento num prazo de apenas um ano há inúmeras vantagens na implementação do novo sistema. Noutra estudo, foram apresentados exemplos de produtos onde é possível reduzir o seu tempo de ciclo alterando-se parâmetros de injeção tendo em vista a qualidade dos produtos e aumentando a sua margem de lucro. Com a implementação de melhorias é possível reduzir o tempo de *changeover* quando se utiliza equipamentos de pré-aquecimento de moldes já existentes, alterando-se tarefas internas para externas ou realizou-se alterações nos moldes ou nas máquinas de injeção. Realizou-se também um estudo sobre a alteração de um molde de canais frios para canais quentes com o objetivo da redução de desperdícios de material, obtendo-se como principal conclusão que um estudo de levantamentos de custos antes da elaboração do molde contribui para a diminuição de desperdícios de material. Os resultados obtidos em todos os estudos são exemplos de reduções de custos possíveis na indústria, apresentados ao longo do relatório.

Palavras-chave: Redução de custos, Melhorias, Injeção

Title

Process improving in the automotive industry injection field.

Abstract

According to the company's needs, this project focuses on the plastic building's injection field of the company *Delphi Automotive Systems-Portugal S.A.*, in Braga, within the MSc in Polymer Engineering Dissertation. This project means to analyse cost reduction ways by observing the productive cycle from the raw material supplies to the final product.

First, it is necessary to identify the inefficiencies and the most frequent types of waste. Then, we will present improvement measures in order to solve the problems that were identified. The main goal of this project is to improve the process in such a way that we can reduce the costs and maintain the quality of the final products.

Therefore, a study was done about the implementation of a centralized supply system seeking proposals for changing with the intention of supply the raw materials in the injection machines in order to reduce movements and improve the employers' quality of work, taking the necessary investment into consideration. This study concludes that although it is not possible to amortize the investment within just one year there are numerous advantages in implementing the new system. In another study, was presented examples of products where it's possible to reduce the cycle time by changing injection parameters in order to achieve better quality and increase products' profit margin. By implementing improvements it's possible to reduce the changeover time when using preheat equipment molds, changing external to internal tasks to be performed changes to the molds or in the injection machine. Was also carried out a study on the alteration of a cold channels mold into a hot channel one in order to reduce material waste, obtaining as main conclusion that a cost survey study before the development of the mold helps to decrease the waste of material. The results of all studies are examples of possible cost reductions in industry, presented throughout the report.

Key words: Cost reduction, Improvement measures, Injection

Índice

Agradecimentos	iii
Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas	xiii
Capítulo 1- Introdução.....	15
1.1. Empresa- DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS	17
1.2. Enquadramento.....	19
1.3 Objetivos.....	20
1.4 Conteúdo da dissertação.....	21
Capítulo 2- Enquadramento teórico	23
2.1. Redução de Custos.....	25
2.2 Melhoria de processos	26
2.2.1 Lean Manufacturing e os seus princípios	27
2.2.2 Lean Six Sigma.....	28
2.2.3 Kaizen	30
2.2.4. SMED (“Single Minute Exchange of Die”)	31
2.3 Moldação por Injeção.....	31
2.3.1. Defeitos de Injeção	33
2.3.2. Parâmetros operatórios	34
2.3.3 Averiguações de qualidade	36
2.3.4 Equipamentos auxiliares.....	37
Capítulo 3- Análise e diagnóstico da secção de injeção	41
3.1 Diagnóstico	45
Capítulo 4- Sistema de alimentação centralizado.....	51
4.1. Funcionamento do abastecimento atual das matérias-primas	54
4.2. Estudo da implementação do sistema de alimentação centralizado.....	58
4.3 Comparação	62
4.4. Análise de custos.....	67
Capítulo 5 - Redução do tempo de ciclo e de changeover	75

5.1. Redução do tempo de ciclo	77
5.1.1. Seleção das peças em estudo.....	78
5.1.2. Caracterização do problema	80
5.1.3 Procedimento experimental	81
5.1.4. Validação das peças.....	83
5.1.5 Análise de custos.....	89
5.2. Alteração de Changeover.....	89
5.2.1. Identificação do problema	90
5.2.2. Implementação de alterações	91
5.2.3. Análise de custos.....	94
Capítulo 6- Redução de desperdícios (material)	97
6.1. Análise Moldflow.....	101
6.2. Análise de custos.....	105
Capítulo 7- Conclusão	109
Referências	113
Anexos	117

Índice de Figuras

Figura 1- Edifício principal Delphi em Braga	17
Figura 2-Necessidades tecnológicas	18
Figura 3- Áreas de suporte no edifício 2	19
Figura 4- Benefícios da Prevenção e Melhoria	26
Figura 5-Benefícios da redução de desperdícios	27
Figura 6- Exemplo de Diagrama de Pareto	29
Figura 7- Diagrama de Ishikawa	29
Figura 8- Guarda-Chuva Kaizen	30
Figura 9- Processo de moldação por injeção simplificado	32
Figura 10- Sistema de canais frios, canais quentes e canais isolados, respetivamente.	33
Figura 11-Cursos e pontos de ajuste do movimento do cilindro.....	36
Figura 12- Sistema de alimentação centralizado	38
Figura 13- Representação de um sistema de produção.....	43
Figura 14-Atividades realizadas pelos operadores e/ou técnicos de injeção.....	44
Figura 15-Quadro de informação para changeover dos moldes	45
Figura 16- Procedimento de Changeover de um molde de canais quentes	46
Figura 17- Ilustração da degradação por hidrólise.....	47
Figura 18- Ponto de equilíbrio na secagem da resina.....	48
Figura 19-Fluxograma da metodologia abordado no capítulo 4.....	54
Figura 20-Sistema de secagem individual.....	55
Figura 21-Movimentações para o abastecimento das matérias-primas	56
Figura 22-Layout da zona de injeção	57
Figura 23- Layout da proposta 1	60
Figura 24-Layout Proposta 2	62
Figura 25-Organização das paletes de cada matéria-prima	65
Figura 26- Layout do armazém de matéria-prima antes e depois do sistema de alimentação....	66
Figura 27-Funções do PC&L	67
Figura 28-Fluxograma da metodologia abordada no capítulo 5.....	78
Figura 29- Produtos com maior ocupação de máquinas de injeção	79
Figura 30- CD Guide	79
Figura 31-Botões Porsche 5,6,7,8.....	79

Figura 32-Peça "CD Guide" com falta de enchimento.....	80
Figura 33-Diagrama causa-efeito "CD Guide"	81
Figura 34- Atributos avaliados para o "CD Guide".....	84
Figura 35-Medição "CD Guide" com paquímetro	84
Figura 36-Exemplo de ppk "CD Guide" cavidade 1	85
Figura 37-Percurso da peça "CD Guide"	85
Figura 38-Testes funcionais à peça "CD Guide".....	85
Figura 39-Atributos avaliados para os botões 5,6,7,8	86
Figura 40- Controlo dimensional dos botões 5,6,7,8.....	86
Figura 41-Exemplo de ppk "botão 5".....	87
Figura 42- Percurso dos botões 5,6,7,8	88
Figura 43-Testes funcionais aos botões 5,6,7,8.....	88
Figura 44- Calços	91
Figura 45-Exemplo de um molde com pontes.....	91
Figura 46- Tempos de CO com as alterações nos calços e nas mangueiras.	92
Figura 47-Equipamento do pré-aquecimento do molde	93
Figura 48-Tempos de pré-aquecimento	94
Figura 49-Desenvolvimento de uma peça plástica	99
Figura 50-Botão eject MIB.....	100
Figura 51-Esquema da configuração do molde; jito.....	100
Figura 52- Dados utilizados no Moldflow.....	101
Figura 53-Simulação do tempo de enchimento (canais frios)	101
Figura 54-Simulação do tempo de enchimento (canais quentes).....	102
Figura 55-Simulação pressão (canais frios)	102
Figura 56-Simulação pressão (canais quentes).....	103
Figura 57-Simulação da temperatura de frente de fluxo (canais frios).....	103
Figura 58-Simulação da temperatura da frente de fluxo (canais quentes)	104
Figura 59-Jito	106
Figura 60- Distribuição do material por injeção.....	106
Figura 61-Distribuição da percentagem de material com canais quente	107

Índice de Tabelas

Tabela 1-Defeitos típicos de injeção.....	34
Tabela 2- Tempos de changeover dos moldes	46
Tabela 3-Identificação das atividades com potencial de melhoria	49
Tabela 4-Movimentações cronometradas.....	56
Tabela 5- Tempo necessário para abastecer as matérias-primas em minutos por dia	58
Tabela 6- Número de máquinas de injeção por matéria-prima	59
Tabela 7-Máquinas de injeção em comum	61
Tabela 8-Vantagens e desvantagens das alterações.....	63
Tabela 9-Comparação das movimentações dos operadores	64
Tabela 10-Área de utilização eliminada	67
Tabela 11-Quantidade de matéria-prima em sacos prevista	68
Tabela 12-Custos na identificação dos sacos e nos octabines	68
Tabela 13-Comparação do preço das matérias-primas	68
Tabela 14-Custos das movimentações no abastecimento da matéria-prima	69
Tabela 15-Custo de limpeza das estufas	69
Tabela 16-Custos com o desperdício de matéria-prima para refugo	70
Tabela 17-Valores de risco por contaminação.....	71
Tabela 18-Resumo dos fatores de decisão.....	72
Tabela 19-Cotação para a proposta 1.....	72
Tabela 20-Cotação para a proposta 2.....	73
Tabela 21- Comparação de custos do abastecimento das matérias-primas	74
Tabela 22- Alterações do perfil de temperaturas.....	82
Tabela 23-Alteração da pressão de injeção.....	82
Tabela 24-Parâmetros de injeção alterados	83
Tabela 25-Parâmetros alterados para os botões Porsche 5,6,7,8.....	83
Tabela 26-Resumo da validação dos produtos em estudo	88
Tabela 27- Custos reduzidos no tempo de ciclo	89
Tabela 28-Todos os tipos de CO -Tempo vs. Target	90
Tabela 29- Principais causas que afetam o changeover	90
Tabela 30 -registos de problemas de changeover em abril.....	94
Tabela 31-Reduções de custos no changeover	95

Tabela 32- Características da peça em estudo	100
Tabela 33-Volume de material utilizado	104
Tabela 34-Vantagens e desvantagens Canais quentes vs. Canais frios	105
Tabela 35- Dados sobre a peça 28486899	105
Tabela 36- Custos atuais de produção	106
Tabela 37-Custos com a alteração para canais quentes.....	107

Capítulo 1- Introdução

1.1. Empresa- DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS

A empresa *Delphi*, sediada nos E.U.A. (Troy) é um dos maiores produtores da indústria automóvel. O grupo encontra-se em 32 países, com uma maior concentração no continente Europeu, onde está representado em 33 locais.

Encontra-se dividido em diferentes linhas de produto direcionado para vários mercados, como: arquitetura elétrica/eletrónica, Eletrónica e Segurança, Sistemas de motorizações, Sistemas térmicos e de Produto. A *Delphi Automotive Systems-Portugal SA* (Figura 1), sediada em Braga, pertence ao grupo *Electronics & Safety*. Esta possui cerca de 700 colaboradores e dedica-se à produção de autorrádios, sistemas de navegação e sistemas de receção para a indústria automóvel. Os seus principais clientes são *Volkswagen, Audi, Opel, Porsche, Grupo Fiat, Grupo Ford, PSA, Volvo Car, BMW*, entre outros.



Figura 1- Edifício principal Delphi em Braga

Em Braga, a empresa encontra-se dividida em quatro edifícios. Porém, a área de produção centra-se apenas em dois: no edifício 1 são produzidos os componentes elétricos e no edifício 2 são produzidas as peças plásticas.

O principal objetivo da empresa é ser reconhecida pelos seus clientes como o seu melhor fornecedor. Implementando assim “Os 7 Absolutos de Excelência”:

1. Foco: o Cliente.
2. Objetivo de Desempenho: fazer bem à primeira, sempre.
3. Método: inovação e Melhoria Contínua.
4. Controlo: “Feedback” do Cliente.
5. Pessoas: tratar bem e com respeito.
6. Modelo: trabalho em equipa.

7. Recompensa: reconhecimento e segurança.

A visão da empresa em Braga passa por ser a fábrica do mundo mais competitiva para o mercado europeu reunindo as necessidades tecnológicas dos seus clientes (*Safe, Green e Connected* Figura 2).



Figura 2-Necessidades tecnológicas

Este projeto foi realizado no departamento dos plásticos que iniciou produção no ano de 2011. Foi criado com o objetivo de aproximar a produção dos componentes plásticos com a produção eletrónica do edifício 1 para que o feedback da qualidade dos produtos seja mais rápido bem como promover uma redução de *stocks* e flexibilidade logística.

Em relação ao processo produtivo do edifício 2 é formado por três áreas principais:

- I. **Injeção:** é a primeira zona do processo produtivo. Este processo dispõe de treze máquinas de injeção e produz-se produtos como teclas, botões, lentes e blendas.
- II. **Pintura:** depois de injetadas as peças seguem para o processo de pintura, mas primeiro passam pela zona de carregamento onde são inspeccionadas e carregadas nos *jigs*. Seguidamente entram na zona de pintura. Este processo dispõe de duas máquinas de pintura automática e de estufas onde as peças sofrem um processo de cura depois de pintadas. Após a secagem, as peças pintadas vão para a zona de inspeção de pintura.
- III. **Montagem Final:** é o local onde se faz a montagem das peças provenientes da injeção e da pintura. É necessário indicar que alguns componentes passam diretamente da injeção para a montagem final, não sendo pintados. Nesta zona existem 6 tipos operações diferentes, dependendo do produto em questão, nomeadamente:
 - Tampografia (*pad-print*);
 - Montagem;

- Cravação a quente;
- Laser;
- Inspeção final;
- Embalagem;

Para além destes três processos, no departamento de plásticos existem áreas de suporte aos principais processos nomeadamente a serralharia, a qualidade e a manutenção (Figura 3).

Serralharia	Qualidade	Manutenção
<ul style="list-style-type: none"> • Ligado directamente à injeção; • Preparação e recuperação de moldes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitorização de indicadores; • Controlo dos processos de injeção, pintura e montagem final ; • Retrabalhos de peças; • Controlo estatístico de peças injetadas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manutenção preventiva e corretiva de todos os equipamentos.

Figura 3- Áreas de suporte no edifício 2

1.2. Enquadramento

A indústria automóvel é, globalmente, um setor industrial com um papel chave na economia. É uma indústria altamente competitiva e exigente, sendo necessária uma constante introdução de melhorias e inovações em produtos bem como em tecnologias para um melhor controlo dos processos produtivos possibilitando às empresas uma maior competitividade no mercado. Assim, as organizações vêem-se obrigadas a repensar os seus processos. Por essa razão, devem preocupar-se com a necessidade de reduzir custos e apostar na eliminação de desperdícios.

O exigente mercado da indústria automóvel reforça a necessidade de redução de custos industriais inerentes a matérias-primas, produtos acabados, assim como respetivos prazos de transformação (*lead-times*) e prazos de fornecimento (*transit-times*) (OLIVEIRA, 2013).

É necessário a introdução da melhoria contínua, que se vai afirmando de forma mais sólida e robusta nos mercados e conseqüentemente no interior das respetivas indústrias, de forma a poder

corresponder e de preferência superar as expectativas dos clientes, criando desta forma mais valor acrescentado, permitindo a diferenciação entre concorrentes (OLIVEIRA, 2013). Algumas possibilidades de diferenciação de mercado são o investimento em novas tecnologias, criação de novos produtos ou a redução dos custos produtivos (PONTES, FILHO, & ADRIANO, 2011).

Porém a relevância dos custos, surge sempre como figura paralela à melhoria contínua, ou seja, pretende-se por um lado manter ou de preferência superar o nível de qualidade do produto, a eficiência da produtividade, permitindo menores custos inerentes. Naturalmente que os custos estão aliados a toda essa melhoria contínua, pois a rentabilidade da empresa é crucial ao seu desenvolvimento e sustentabilidade económico-financeira (OLIVEIRA, 2013).

O projeto a desenvolver centra-se na área de injeção da empresa *Delphi Automotive Systems* de forma a reduzir custos e desperdícios inerentes a todo o processo produtivo. A motivação passa pelo facto de a moldação por injeção ser uma das tecnologias mais utilizadas na transformação de termoplásticos e, portanto, é uma área que necessita de uma constante introdução de melhorias, inovações e eliminação de desperdícios. É um processo de grande versatilidade geométrica e dimensional, facilmente automatizável, com a possibilidade de se obter excelentes acabamentos superficiais e de garantir tolerâncias dimensionais apertadas. Na empresa a organização e qualidade de produtos são um dos fatores mais importantes que visam uma constante necessidade de introdução de melhorias. Desta forma, será realizado um diagnóstico a todo o processo produtivo desde da matéria-prima até ao produto final dentro da área de injeção para o estudo e implementações de possíveis melhorias.

1.3 Objetivos

Pretende-se efetuar uma análise da redução de custos na área de injeção de plásticos, observando todo o ciclo produtivo, desde o abastecimento da matéria-prima até ao produto final, dando ênfase a um estudo sobre a implementação de um sistema de alimentação central, à redução de tempos de ciclo de produtos e de *changeover*. Desta forma é necessário identificar as ineficiências e desperdícios mais frequentes e, posteriormente, apresentar oportunidades de melhoria para colmatar os problemas identificados.

Neste sentido, o principal objetivo deste projeto consiste em incluir melhorias de forma a reduzir custos, sendo que para isso é necessário alcançar o conjunto de objetivos que se segue:

- Identificar ineficiências e/ou desperdícios em todo o processo produtivo;
- Identificar oportunidades de melhoria;
- Efetuar uma análise do estado atual do abastecimento das matérias-primas;
- Realizar um estudo para a implementação de um sistema de alimentação centralizado como alternativa à forma de abastecimento atual;
- Selecionar o (s) produtos (s) a estudar para a redução do tempo de ciclo;
- Realizar ensaios com variação de parâmetros de injeção e analisar os produtos;
- Realizar ensaios para a redução do tempo de *changeover*;
- Avaliar o impacto das alterações efetuadas em termos de custos.

1.4 Conteúdo da dissertação

O relatório divide-se em sete capítulos, sendo que no primeiro é realizado um pequeno enquadramento do projeto, a descrição da empresa onde o projeto foi realizado e a enumeração dos objetivos.

É de notar que o projeto é elaborado em ambiente industrial, e por essa razão, é realizado um enquadramento teórico sobre os temas abordados nesta dissertação, nomeadamente a redução de custos, melhoria de processos, *Lean Manufacturing* e sobre o processo de moldação por injeção.

No terceiro capítulo, é apresentada a unidade produtiva onde foi desenvolvida o trabalho na empresa, sendo caracterizada a secção da injeção. É identificado ineficiências e/ou desperdícios em todo o processo produtivo, desde do abastecimento da matéria-prima até à saída do produto para outra secção, dedicando a este capítulo a descrição e diagnóstico da mesma, de forma a perceber onde atuar.

Nos três capítulos seguintes encontra-se exposto os três temas em que se divide este trabalho, mediante a análise realizada no capítulo anterior: um estudo sobre a implementação de um sistema de alimentação centralizado de matéria-prima para as máquinas de injeção, a redução dos tempos de ciclo e de *changeover* e por fim, uma análise de redução de desperdícios de matéria-prima com a alteração do molde.

O sétimo capítulo apresenta as conclusões alcançadas na elaboração do projeto. Posteriormente, encontram-se as referências bibliográficas e os anexos que acompanham o projeto.

Capítulo 2- Enquadramento teórico

Uma vez que este projeto foi realizado em ambiente industrial, o enquadramento teórico descrito neste capítulo passa por um resumo de todas as temáticas abordadas ao longo do relatório. Será feita uma breve introdução à temática da redução de custos abordando filosofias de implementação de melhorias. Por fim, será descrito temas relativos à moldação por injeção e equipamentos relacionados.

2.1. Redução de Custos

Perante o cenário de intensa competitividade que o mundo industrial apresenta, a procura por uma distinção de mercado mostra-se, como a alternativa estratégia essencial para que o desempenho de uma organização possa destacar-se aos demais concorrentes.

Alguns exemplos de diferenciação de mercado são o investimento em novas tecnologias e a criação de novos produtos, mas também pode-se mencionar a redução dos custos produtivos, que são os gastos gerados a partir da produção de um bem ou serviço (PONTES, FILHO, & ADRIANO, 2011).

Este último, além de contribuir diretamente no aumento do lucro, é um importante fator de vantagem competitiva. A empresa que consegue alcançá-lo tem a possibilidade de trabalhar melhor os seus preços, praticando valores mais “agressivos” o que representa uma grande vantagem em quase todos os setores. Os líderes em custos baixos podem investir mais do que os seus concorrentes em Pesquisa & Desenvolvimento e Marketing, por exemplo, e ainda mantêm boas margens de lucro, pois têm recursos para investir mais rápido e mais facilmente quando surgem novas oportunidades (GUARRAIA, SAENZ, & FALLAS, 2012).

Porém alcançar a redução dos custos nem sempre é uma tarefa fácil. É importante salientar que, para que não se tenha nenhum prejuízo de qualidade ou produtividade, é necessário realizar um estudo, para que de forma planeada, se torne possível alcançar as ações e metas que se encaixam com as necessidades e a realidade da empresa.

Abordar a questão da redução de custos implica ter em atenção também a melhoria da qualidade. Este visa, principalmente, a redução de custos a partir de menos retrabalhos, erros, atrasos e obstáculos bem como a melhor utilização do tempo e materiais (JAJU, MOHANTY, & LAKHO, 2009).

Para Branco (2008), citado por (COCIORVA, SARAIVA, FERREIRA, & NOVAS, 2010), o modelo de custos mais referenciado, e também adotado pela Norma Portuguesa NP 4239:1994 (IPQ, 1994), é o modelo designado por PAF – Prevenção, Avaliação e Falhas. A classificação dos custos da qualidade, nas categorias apresentadas, permite fazer um estudo das relações entre as mesmas, destacando-se, por exemplo, a análise custo/benefício. Neste sentido, pode-se formular a seguinte questão: aumentando o investimento em prevenção, qual seria a economia de custos obtida pela diminuição da avaliação e das falhas? A este propósito, apresenta esquematicamente como se comporta a distribuição dos custos e do lucro em função da implementação de um melhor sistema da qualidade, conforme ilustra-se na Figura 4.

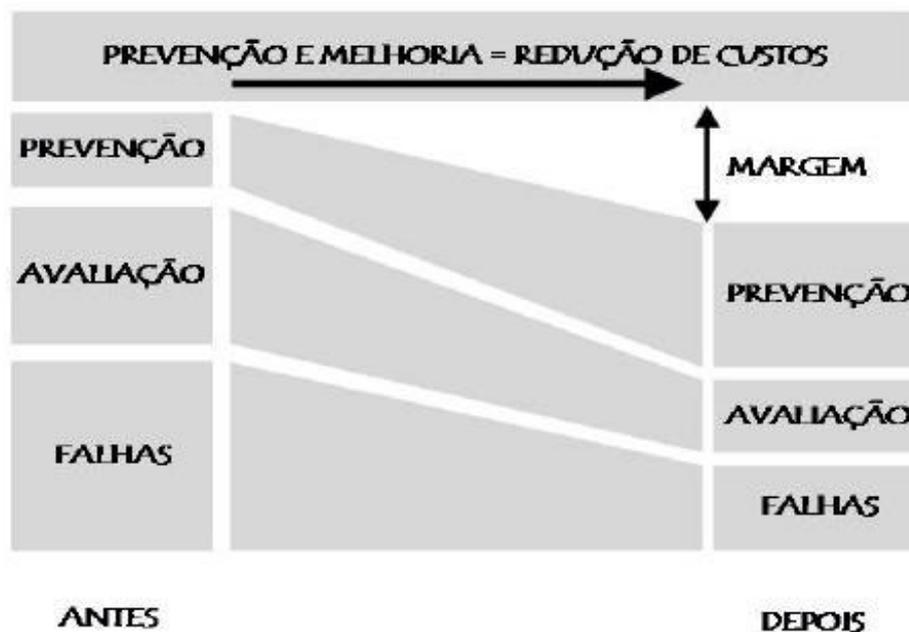


Figura 4- Benefícios da Prevenção e Melhoria (COCIORVA, SARAIVA, FERREIRA, & NOVAS, 2010)

Da análise da figura anterior conclui-se que o processo de melhoria se consubstancia em aumentar os custos de prevenção para reduzir, em montante superior, os custos das falhas e de avaliação.

2.2 Melhoria de processos

A capacidade de melhorar os processos tem que ser vista como um fator imprescindível para a competitividade das empresas. Estas não são estáticas, estão sempre à procura de estratégias para melhorar o seu desempenho na produção. A redução de custos partindo da ideia de melhorias de processos produtivos, traduz-se no aumento da eficiência dos processos de produção, a partir

de técnicas que visam a redução dos defeitos apresentados nas indústrias, com destaque para a filosofia Lean Manufacturing (SAGRES, 2013).

2.2.1 Lean Manufacturing e os seus princípios

O *Lean Manufacturing* é uma filosofia que procura eliminar desperdícios, isto é, excluir o que não tem valor para o cliente e conferir velocidade à empresa. As origens deste conceito remontam ao Sistema Toyota de Produção (*Produção Just-in-Time*). O executivo da Toyota Taiichi Ohno iniciou, na década de 1950, a criação e implementação de um sistema de produção cujo o principal foco era a identificação e a posterior eliminação de desperdícios, com o objetivo de reduzir custos e aumentar a qualidade e a velocidade de entrega do produto aos clientes (WERKEMA, LEAN SEIS SIGMA : Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing, 2012).

No centro da filosofia está a redução dos sete tipos de desperdício identificados pelo executivo da Toyota: defeitos (nos produtos), excesso de produção de mercadorias desnecessárias, stocks de mercadorias à espera de processamento ou consumo, processamento desnecessário (de mercadoria), movimento desnecessário (de pessoas), transporte desnecessário (de mercadorias) e espera. Na Figura 5 encontra-se os benefícios da redução de desperdícios (WERKEMA, LEAN SEIS SIGMA : Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing, 2012).

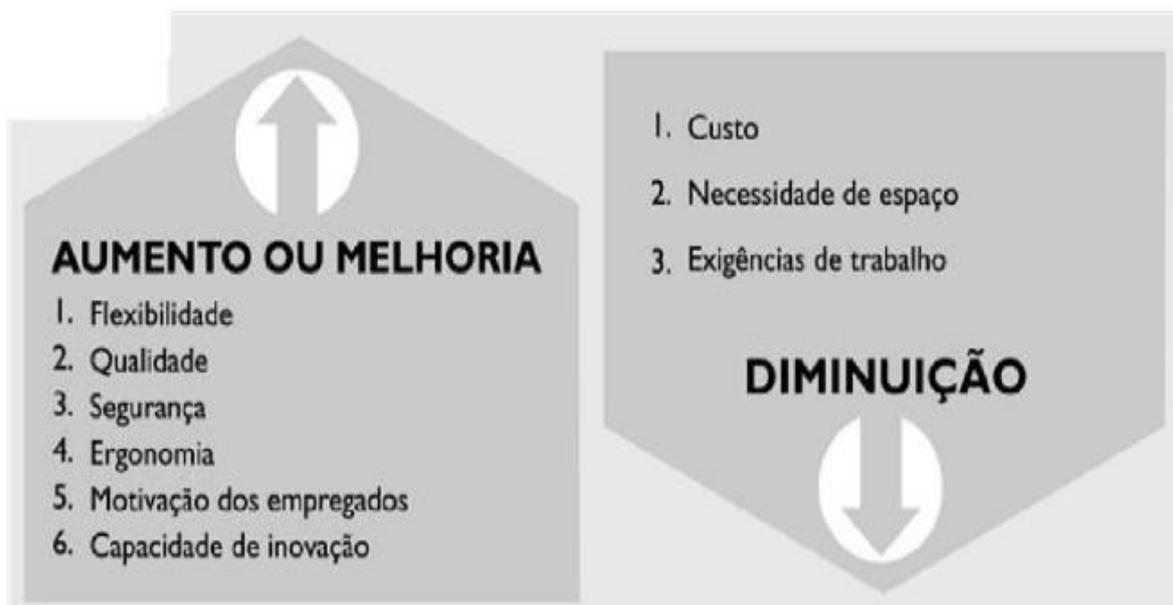


Figura 5-Benefícios da redução de desperdícios (WERKEMA, LEAN SEIS SIGMA : Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing, 2012)

De acordo com (WAMACK & JONES, 1996; HANQUE & JAMES-MOORE, 2004) os cinco princípios do *Lean Manufacturing* são:

Identificar valor: definir valor na visão do cliente final, indicando para um determinado produto qual a capacidade oferecida com valor e tempo determinados está o cliente disposto a pagar.

Identificar o fluxo de valor: definir todo o fluxo de valor para a produção de um determinado produto, para todas as operações, desde a matéria prima até ao produto final, eliminando desperdícios.

Melhorar o fluxo de valor: fazer com que os produtos realmente fluam através dos vários passos do fluxo de valor.

Implementar um sistema puxado: é o cliente a puxar a produção, produzindo assim apenas o que o cliente quer e quando quer.

Busca pela perfeição: procurar a perfeição através da eliminação de todos os desperdícios que são descobertos ao longo do fluxo de valor do produto, procurando a satisfação total do cliente.

2.2.2 Lean Six Sigma

O *Lean Six Sigma* combina o poder da abordagem *Six Sigma* na focalização do cliente, na melhoria da qualidade dos processos, eliminando erros e variabilidades, com a simplicidade e eficácia das ferramentas *Lean*, que se centram no aumento da rapidez e da eficiência, reduzindo o desperdício e as tarefas não contributivas, proporcionando desta forma resultados significativos para as organizações (GEORGE , ROWLANDS, & KASTLE , 2008). Os princípios fundamentais desta filosofia são:

- Satisfazer os clientes com rapidez e qualidade;
- Melhoria continua dos processos;
- Trabalhar em equipa com eficácia;
- Apoiar as decisões em informação e factos.

Manter um foco claro nos desejos do cliente e melhorar continuamente os processos de produção de um produto ou serviço será a única forma de as empresas e instituições desenvolverem operações de excelência, essenciais para entregar valor aos acionistas e poderem competir no atual mundo globalizado dos negócios. A melhoria continua é a única forma de aperfeiçoar os resultados de uma empresa (GEORGE , ROWLANDS, & KASTLE , 2008).

O *Lean Six Sigma* utiliza um método de resolução de problemas designado por DMAIC-, um acrónimo de Definir-Medir-Analisar-Melhorar-Controlar. Este é basicamente um processo estruturado e bastante detalhado de acompanhar um projeto, desde o seu início até à sua conclusão. Neste trabalho utiliza-se algumas ferramentas deste método designados por “ferramentas de resolução de problemas” nomeadamente:

- **Diagrama de Pareto** (Figura 6) é um gráfico de barras verticais que dispõem a informação de modo a tornar evidente e visual a estratificação e a priorização de um fenómeno, além de permitir o estabelecimento de metas específicas (WERKEMA, Criando a cultura Lean Seis Sigma, 2012).

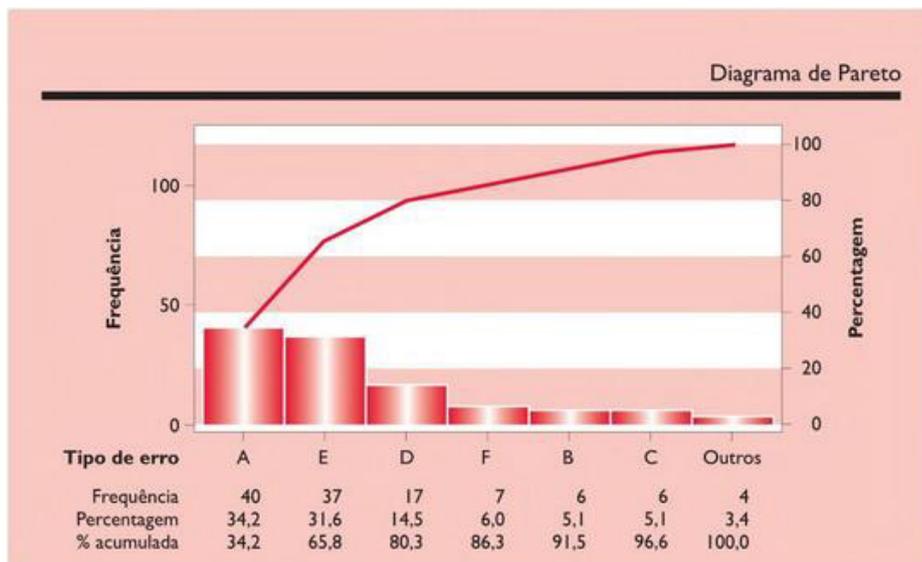


Figura 6- Exemplo de Diagrama de Pareto (WERKEMA, Criando a cultura Lean Seis Sigma, 2012)

- **Diagrama causa-efeito** (Figura 7): também designado como espinha de peixe ou diagrama de Ishikawa é utilizado para a investigação a causa de um problema. Este atua como um guia para a identificação da causa fundamental do problema e para a decisão das medidas corretivas que poderão ser utilizadas.

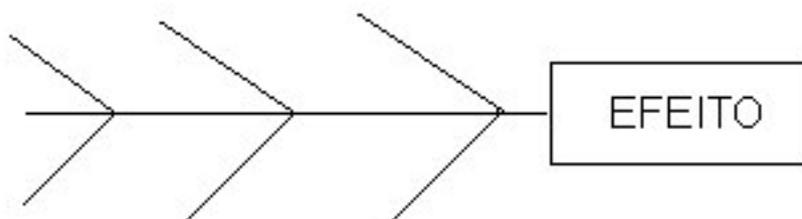


Figura 7- Diagrama de Ishikawa (REYES & VICINO, 2016)

2.2.3 Kaizen

A palavra *Kaizen* em japonês significa "boa mudança", ou seja, melhoria contínua (KNECHTGES & DECKER, 2014). Este é um processo de realizar melhorias de forma a eliminar os desperdícios (LIKER, 2004).

Quando realizado corretamente, *kaizen* é um evento que não só elimina trabalho desnecessário, mas constrói consensos e entusiasmo para mudar e ensinar às pessoas métodos sistemáticos para identificar e eliminar os resíduos num processo. (KNECHTGES & DECKER, 2014)

O principal objetivo do Kaizen é a realização simultânea da excelência em termos de qualidade, custo e entrega:

- **Qualidade** de produtos acabados, de produtos intermediários (*work-in-process*) e dos processos. Produtos com má qualidade não devem nunca passar.
- **Custo:** o custo global de concepção, produção, venda e manutenção, e não apenas o custo de produção.
- **Entrega** do volume solicitado dentro do prazo, sempre (MOORE, 2007).

A abordagem *Kaizen* apresenta várias alternativas (Figura 8) que contribuem para a área da redução de custos.



Figura 8- Guarda-Chuva Kaizen (IMAI, 1994)

2.2.4. SMED (“Single Minute Exchange of Die”)

O SMED é uma ferramenta que é utilizada para reduzir o tempo de *stop* de equipamentos. Esta ferramenta foi desenvolvida por Shigeo Shingo, Engenheiro industrial japonês, que sugere uma abordagem muito simples para melhorar operações de preparação de forma significativa. O alvo deste método é reduzir o tempo de troca para um único dígito (<10 min), conhecido também na literatura como “Quick Change” (ALMOMANI, ALADEEMY, ABDELHADI, & MUMANI, 2013).

No método SMED, as atividades podem ser divididas em duas categorias: atividades internas que são realizadas enquanto a máquina está desligada e, portanto, devem ser minimizadas, pois desaceleraram a produção e em atividades externas que são efetuadas enquanto a máquina está em funcionamento.

O princípio básico do SMED passa por:

- Transformar o máximo possível as operações internas em externas, ou seja, maximizar o funcionamento da máquina enquanto se encontra a produzir as últimas unidades antes da troca, realizando as tarefas externas.
- Eliminar operações desnecessárias e efetuadas fora do local onde o equipamento se encontra de forma a eliminar deslocações (ao armazém para trazer o lubrificante por exemplo).

O sucesso da implementação do SMED é a chave para obter vantagem competitiva para qualquer empresa que produz, prepara e processa uma variedade de produtos numa máquina, linha ou célula de produção. Este método permite maximizar a taxa de disponibilidade dos equipamentos e, conseqüentemente o aumento de produção. O SMED fornece outro tipo de benefícios: a redução do trabalho em curso e um retorno do investimento mais rápido dos equipamentos de produção (MANUEL, 2016).

2.3 Moldação por Injeção

O termo moldação por injeção (Figura 9) é uma descrição simplificada de um processo bastante complexo que é controlado dentro de limites específicos. O plástico fundido ou plasticizado é mantido neste estado até que seja removido, já num estado sólido, replicando a forma dada pela placa das cavidades do molde. Este pode ser constituído apenas por uma cavidade ou por várias cavidades semelhantes ou diferentes entre si, cada uma delas ligada a um sistema de alimentação

através dos canais de alimentação, que levam diretamente o fluxo de polímero fundido a cada cavidade. Este processo é considerado como um dos métodos mais económicos de produzir componentes em larga escala. (SILVA, 2009)

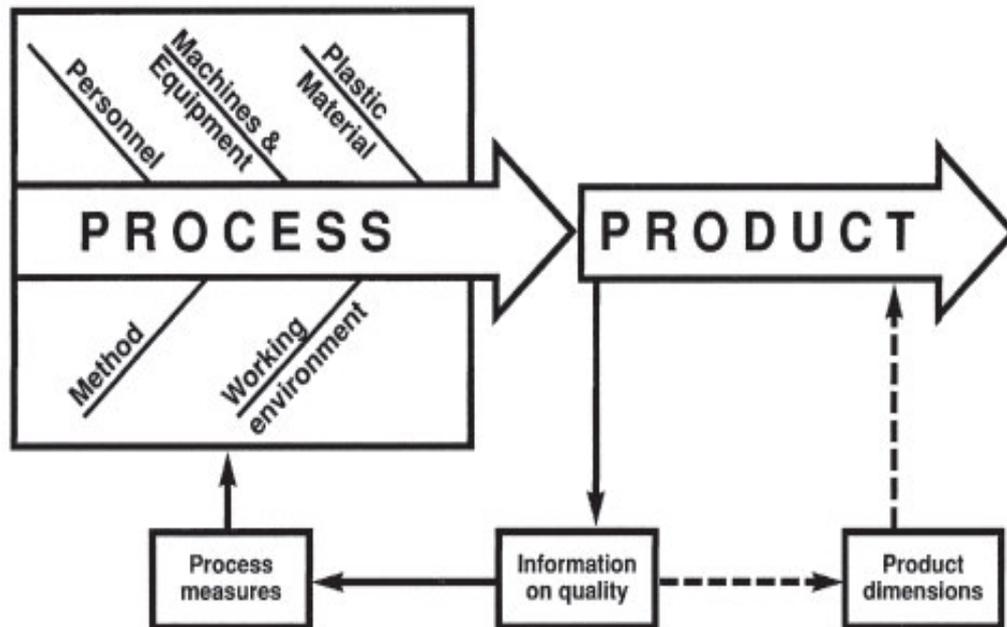


Figura 9- Processo de moldação por injeção simplificado (ROSATO, ROSATO, & ROSATO, 2000)

Durante o projeto é mencionada formas de reduzir desperdícios de matéria-prima atuando sobre os moldes de injeção. Existe vários tipos (Figura 10) de acordo com as necessidades e especificações pretendida para o produto a obter, havendo naturalmente um conjunto de semelhanças entre eles relativamente à sua estrutura e conceção (BRITO, 2000). Os moldes de duas placas, são os mais comuns e de conceção mais simples, tendo esta designação origem no facto de serem constituídos por duas partes, em que uma é fixa e outra é móvel. Com o uso dos moldes convencionais tem-se um maior desperdício de material porque a produção das peças é acompanhada da ejeção do sistema de alimentação. Os moldes de canais quentes caracterizam-se pela existência do distribuidor. Apresentam como principal vantagem o facto de manterem o sistema de alimentação sempre na mesma posição, tornando-se possível evitar a ejeção dos canais de alimentação. Nos moldes de canais quentes, o material do sistema de alimentação é mantido à mesma temperatura que o material que se encontra no interior da máquina de injeção. Os moldes de canais isolados são uma variante dos moldes de canais quentes e dos moldes de canais frios, em que o plástico se mantém fundido no interior do sistema de alimentação devido à sua baixa condutibilidade térmica. Apresentam uma constituição em tudo semelhante aos

moldes de canais quentes com distribuidor frio. Apresenta, no entanto, como vantagem o seu custo, mais baixo que o molde de canais quentes (POUSA, 2008).

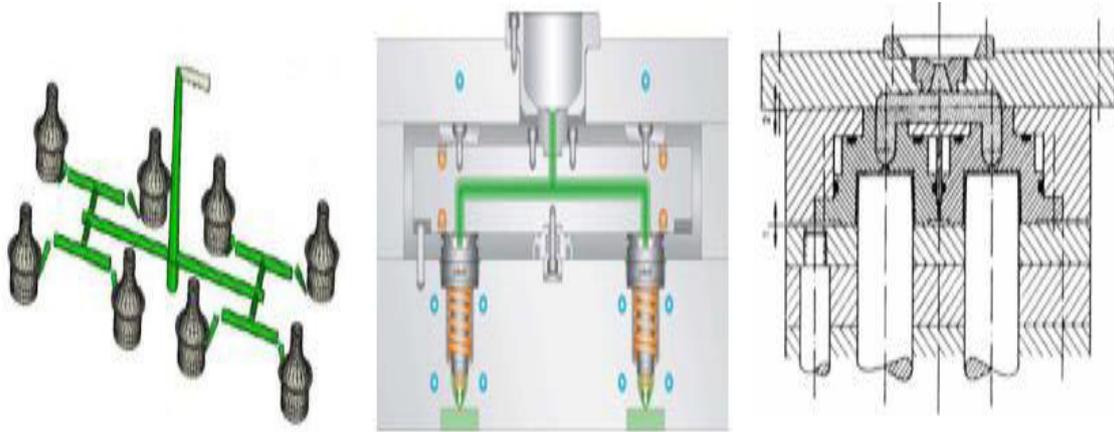


Figura 10- Sistema de canais frios, canais quentes e canais isolados, respetivamente.

Contudo, a moldação de qualidade pode exigir um conjunto adicional de equipamento, nomeadamente: dispositivos para transporte e alimentação de matéria-prima, robot/manipulador, tapete transportador, moinho granular, estufas e dispositivos para controlo da temperatura do molde (CUNHA, 2003) . Estes têm como função maximizar a produtividade do processamento global, aumentando a sua eficiência ou reduzir custo operacionais (ROSATO, ROSATO, & ROSATO, 2000). A otimização do ciclo de moldagem é então fundamental para assegurar a competitividade económica do processo, dado o elevado investimento em capital requerido para a instalação deste tipo de equipamento (injetora, molde e equipamentos auxiliares) (PINTO R. J., 2012).

2.3.1. Defeitos de Injeção

Vários fatores influenciam o aparecimento de defeitos em peças moldadas por injeção, nomeadamente o molde, a matéria-prima e as condições de processamento. Os principais defeitos que ocorrem neste tipo de processamento são os seguintes: empenos da peça, linhas de soldadura, chupados, vazios, rebarbas, queimados e preenchimento incompleto. A Tabela 1 relaciona os principais defeitos associados ao processo de injeção com possíveis causas e possíveis soluções para evitá-los.

Tabela 1-Defeitos típicos de injeção

Defeitos	Possíveis Causas	Possíveis Soluções
Empenos	-Relaxamento de tensões internas excessivas. -Temperatura do fundido muito baixa ou não homogênea.	-Diminuir a pressão de injeção. -Diminuir o tempo de pressurização. -Aumentar o tempo de arrefecimento. - Aumentar a temperatura do fundido.
Linhas de soldadura	-Material muito frio na zona da união dos fluxos. -A pressão efetiva na cavidade é muito baixa. -A velocidade do fundido na zona de união é demasiado baixa ou demasiado alta.	-Aumentar a temperatura do cilindro e do bico. -Retardar a plasticização. -Aumentar a contrapressão. -Aumentar a pressão de injeção. -Aumentar o tempo de pressurização.
Chupados	-Material insuficiente; -Temperatura do fundido demasiado alta;	-Aumentar a dosagem. -Aumentar a pressão de injeção e/ou 2ª pressão. -Aumentar o tempo de pressurização. -Assegurar que está a ser usada uma almofada correta. -Ajustar a temperatura do cilindro.
Vazios	-Entrada de ar durante a plasticização; -Segunda pressão insuficiente;	-Aumentar a segunda pressão; -Aumentar a contrapressão; -Baixar as temperaturas do cilindro;
Rebarbas	-Pressão de injeção muito elevada; -Velocidade de injeção elevada; -Dosagem elevada;	-Baixar a pressão de injeção e/ou fazer a comutação mais cedo; -Diminuir o tempo de pressurização; -Diminuir a velocidade de injeção. -Diminuir a dosagem.
Queimaduras	- Quantidade excessiva de voláteis no fundido; -Material muito quente; -Velocidade de injeção muito elevada	-Baixar as temperaturas do cilindro; -Reduzir a velocidade de injeção; -Reduzir o tempo de ciclo.
Preenchimento incompleto	- Pressão de injeção insuficiente; -Temperatura do cilindro muito baixa; -Tempo de enchimento muito curto (comutação por tempo);	- Aumentar a velocidade de injeção - Aumentar a temperatura do fundido. -Aumentar a contrapressão; -Aumentar o tempo de injeção;

2.3.2. Parâmetros operatórios

Os parâmetros operatórios são aqueles que podem ser alterados no decorrer da fase de testes no molde, normalmente designado por testes de “pré-séries”, com o objetivo de encontrar a solução ideal para produzir peças de boa qualidade. Estes podem igualmente ser alterados de forma a reduzir o tempo de ciclo, um dos objetivos deste projeto.

Segundo (CUNHA, 2003) as variáveis operatórias mais importantes são:

Pressão de injeção ou 1ª pressão: é a pressão máxima que se desenvolve durante a fase de enchimento. É o resultado do esforço necessário para garantir o enchimento de um material, numa impressão com uma geometria específica, e à velocidade ajustada pelo operador.

2ª Pressão ou pressão de pressurização: é a pressão aplicada sobre a moldação após o final do enchimento com o objetivo de compensar a contração volumétrica que o material sofre durante o arrefecimento.

Contrapressão: esforço que se contrapõe ao retorno do fuso durante a dosagem do material. Este valor define a pressão que o fundido tem que desenvolver na ponteira do parafuso, para assegurar o seu recuo.

Velocidade de injeção: é a velocidade de injeção de avanço do fuso durante a fase de enchimento da impressão (mm/s). É então a relação entre a quantidade de material fundido e o tempo que este demora a encher a cavidade.

Velocidade de rotação do fuso: é a velocidade responsável pela homogeneização do material.

Temperatura do molde: é parâmetro muito importante no processo pois determina muitas propriedades da peça produzida, uma vez que influencia o desenvolvimento da estrutura do polímero durante a fase de arrefecimento. Temperaturas de moldes elevadas, aumentam o brilho, a transparência e a contração enquanto que temperaturas mais baixas aumentam as tensões internas.

Temperatura do cilindro: é a temperatura necessária para fundir o material e mantê-lo assim até se iniciar a produção de uma nova peça, sendo assegurada através de mangas de aquecimento existentes ao longo do cilindro.

Dosagem: é a quantidade de material necessário para a injeção completa da peça. Este valor (expresso em curso ou volume) corresponde ao volume da moldação e da almofada. (figura xx)

Almofada: é a quantidade de material remanescente a jusante do fuso após a fase de pressurização. Almofadas grandes amortecem variações no processo (Figura 11).

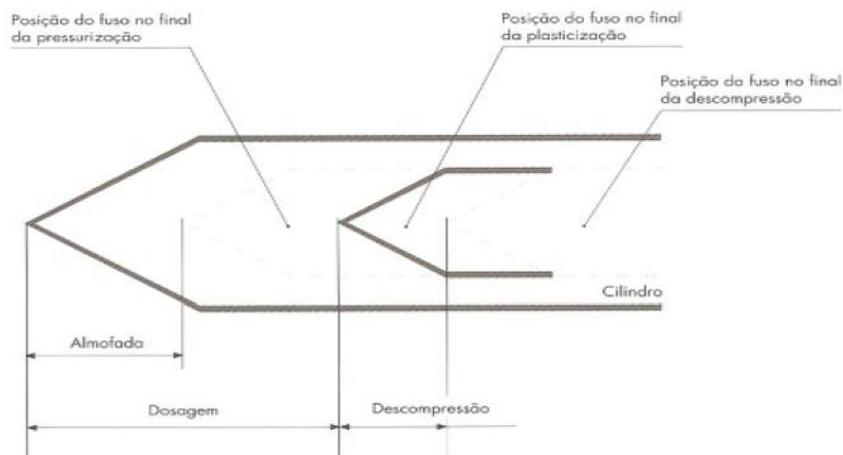


Figura 11-Cursos e pontos de ajuste do movimento do cilindro (CUNHA, 2003)

Curso de descompressão: recuo do fuso, provocando uma sucção do fundido e diminuindo a pressão para evitar problemas de acumulação de material no bico.

Tempo de arrefecimento: é o tempo a partir do qual o polímero contacta as paredes do molde, nomeadamente após a fase de pressurização. Este deve ser o quanto suficiente para garantir uma adequada extração da peça moldada.

Tempo de ciclo total: é o tempo representativo da produção de uma peça. É a soma de vários tempos, nomeadamente, tempo de fecho, tempo de injeção, tempo de 2ª injeção, tempo de arrefecimento, tempo de abertura do molde e tempo de molde aberto, e por vezes o tempo de extração da peça.

2.3.3 Averiguações de qualidade

- **Por atributos:** características que um determinado item tem ou não tem. São contadas em vez de medidas e só podem ser valores inteiros (CRAMEZ, 2015). Esta é uma avaliação que é realizada registando-se o número de itens que atendem ou não a um requisito específico tendo base em atributos.

Os gráficos de controlo por atributos são utilizados quando o resultado da inspeção das peças da amostra é apresentado em termos de uma contagem (seja do número de unidades defeituosas na amostra, seja do número de defeitos nas unidades da amostra).

- **Dimensional:** as condições de moldagem e desenho do molde afetam a contração do material. Ainda sob as melhores condições podem haver algumas pequenas variações na temperatura de massa do material, pressão de injeção, temperatura de molde, colchão de alimentação ou

ciclo total de injeção que afetam as dimensões da peça. (INNOVA, 2016) Assim sendo, é necessário medir as dimensões da peça para avaliar se estas se encontram dentro das tolerâncias.

- **Funcional:** verificação do cumprimento da funcionalidade da peça em questão. Se as alterações não impedem o funcionamento da peça.

2.3.4 Equipamentos auxiliares

Entende-se por equipamentos auxiliares todos os dispositivos que fazem parte da célula de moldação por injeção, para além da injetora e do molde, como por exemplo controlares de temperatura do molde, robôs, tapetes transportadores, dispositivos de transporte de matéria-prima, entre outros.

Para a elaboração desta dissertação é de interesse relevante abordar a questão da alimentação da matéria-prima, nomeadamente sobre sistema de alimentação centralizada.

- **Dispositivos de transporte de matéria-prima**

Por questões de produtividade e de qualidade, o circuito de alimentação de matéria-prima deve ter um grau elevado de automatização. Deste modo, minimiza-se as possibilidades de contaminação e de erros humanos. (CUNHA, 2003)

A matéria-prima deve ser alimentada automaticamente a partir de um sistema centralizado (Figura 12) ou de recipientes colocados junto à injetora. Para o efeito, utilizam-se sistemas pneumáticos (baseados em redes de vácuo ou aspiradores elétricos independentes) ou mecânicos (baseados em espirais metálicas flexíveis). Diversas matérias-primas requerem uma fase de secagem, antes do processo de transformação, de modo a serem desumidificadas. Esta operação poderá ser efetuada em sistemas centralizados (com subsequente transporte do material seco). (CUNHA, 2003)

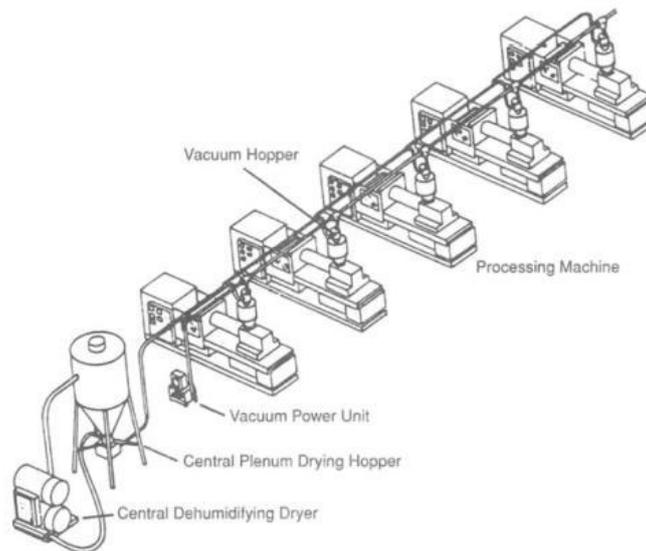


Figura 12- Sistema de alimentação centralizado (ROSATO, ROSATO, & ROSATO, 2000)

- **Controlares de temperatura do molde (pré-aquecimento)**

O pré-aquecimento dos moldes de injeção de plástico pode ser referenciado como um exemplo de transformação de operações internas em externas quando se refere o *changeover* dos moldes. Além disso, esta tecnologia permite que os defeitos que aparecem normalmente nas peças plásticas através da injeção convencional desapareçam. É possível assim obter peças com elevada qualidade superficial, sem linhas de soldadura, linhas de fluxo, entre outros. Para além disto, operações secundárias como a pintura que traz problemas ambientais, técnicos e necessitam equipamentos com custos elevados podem ser eliminados. Com a aplicação desta tecnologia é possível reduzir na energia, no material e nos custos de produção. (PINTO H. , 2013)

Esta tecnologia engloba, em alguns casos, um design especial do molde, um controlador de temperatura e um *know-how* do processo de injeção. Uma vez que para atingir a qualidade juntamente com a redução dos custos, é crucial possuir algum conhecimento de todo o processo (XIPING, GUOQUN, & MINGXING, 2010).

Os moldes são colocados frios (temperatura ambiente) na máquina de injeção e são aquecidos até à sua temperatura específica de funcionamento. Com o pré-aquecimento do molde com equipamento próprio, é possível atingir reduções no tempo associado às operações internas de mudança do molde.

Existe no mercado um sistema de aquecimento do molde por resistências (*Hotsys System*), onde as resistências elétricas são especialmente projetadas de modo que a que seja permitida

passagem de água através da resistência. Isto permite uma utilização de canais únicos no molde que desempenham a função de aquecimento e arrefecimento, para além de reduzir custos com o molde, pode ajudar a otimizar a eficiência do sistema (PINTO H. , 2013). A utilização de uma placa isoladora térmica na estrutura do molde entre a cavidade do molde e as restantes placas, permite melhorar a eficiência do processo, reduzindo o tempo de ciclo e reduzindo o consumo de energia.

Capítulo 3- Análise e diagnóstico da secção de injeção

Neste capítulo é efetuada uma descrição do funcionamento atual da secção de injeção. Através desta é realizado um diagnóstico na tentativa de identificar aspetos de melhoria que visam a redução de custos.

A injeção é o primeiro processo produtivo efetuado no departamento dos plásticos, produz-se produtos como teclas, botões, *trimplates* e lentes. Nesta área existem vários fatores de produção envolvidos, estes são todas as entradas no sistema de produção que permitem adquirir os produtos finais (Figura 13).

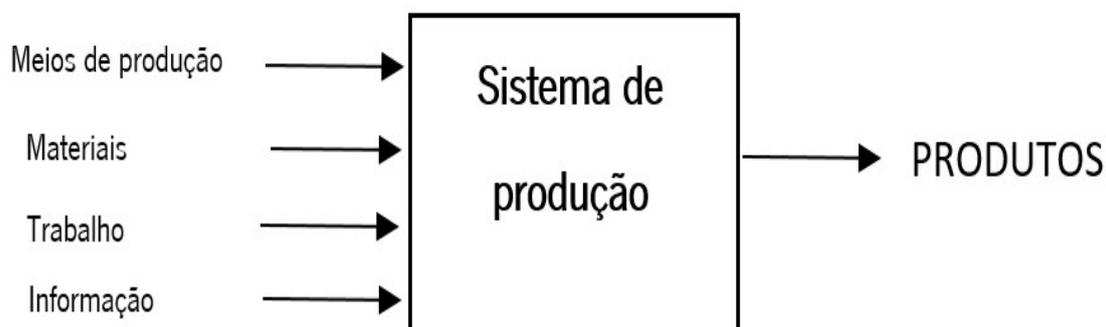


Figura 13- Representação de um sistema de produção

- **Meios de produção**

Como meios de produção diretos têm-se os vários equipamentos existentes na secção de injeção. Esta é composta por um total de 13 máquinas de injeção sendo duas de bi -injeção (Anexo 1). A maioria encontra-se equipadas com robots (todos do tipo cartesiano) que transportam as peças do molde para o tapete.

Junto de cada máquina de injeção encontra-se o equipamento de alimentação e secagem de matéria-prima, estes são sistemas individuais onde cada desumidificar encontra-se dedicado apenas a uma máquina.

Em relação aos moldes existentes na empresa, estes encontram-se armazenados em estantes próximas da injeção de forma a facilitar o *changeover* dos mesmos. Existem três guias, dois carrinhos com as ferramentas necessárias e um carrinho com mangueiras devidamente ordenadas para a sua seleção ser fácil e rápida.

Além destes existem os postos de trabalhos e equipamentos de transporte: como o porta-paletes ou carrinhos de auxiliam no transporte da matéria-prima.

Como meios de produção indiretos, tem-se as instalações e os sistemas informáticos utilizados na empresa (SAP e *softwares* de registo de defeitos).

- **Materiais**

Na produção de produtos plásticos utiliza-se matérias-primas poliméricas normalmente em forma de granulados, estas são adquiridas em sacos de 25 ou 20 kg e são colocados no armazém de matéria-prima junto as máquinas de injeção. Existem vários tipos de resinas utilizadas dependendo do tipo de produto e da sua aplicação, a escolha da matéria-prima é acordada com o cliente (Anexo 2).

- **Trabalho**

A área de injeção possui cerca de 10 colaboradores divididos entre técnicos e operadores de injeção. Ao longo das 8 horas de trabalho, com 3 turnos, estes realizam várias atividades dependendo da sua função respeitando a instrução de trabalho aprovada pelo responsável da área de injeção. De maneira geral, os técnicos de injeção, designados também por afinadores, tem como principal função o *changeover* de moldes enquanto que os operadores de injeção se encontram mais voltados para os produtos produzidos e organização da área de trabalho. As atividades realizadas encontram-se na Figura 14.

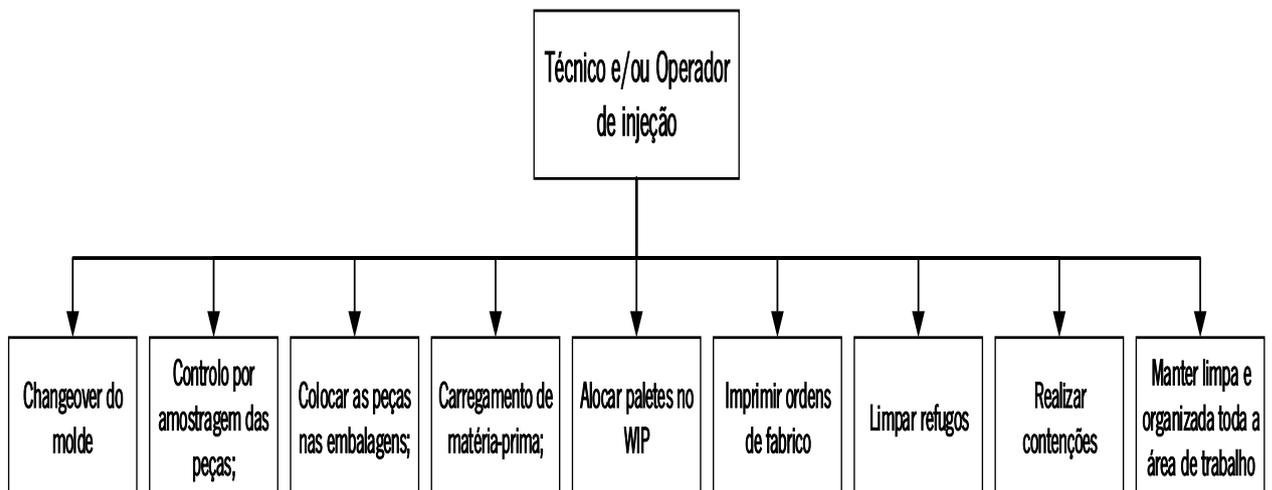


Figura 14-Atividades realizadas pelos operadores e/ou técnicos de injeção

Tendo como base os pontos acima referidos o objetivo é incidir sobre os quais apresentam maior potencial de melhorias.

- **Informação**

Semanalmente é elaborado o plano de produção pelo responsável da injeção e é emitido ordens de produção para a injeção. Existem também um quadro (Figura 15) com toda a informação mensal necessária para que os técnicos de injeção consigam saber qual o próximo molde a dar entrada na máquina de injeção.



Figura 15-Quadro de informação para *changeover* dos moldes

3.1 Diagnóstico

De uma maneira geral, observando o sistema produtivo desde do abastecimento de matéria-prima até à saída do produto da área de injeção as principais atividades são:

Changeover do Molde: depois de verificar as ordens de fabrico e a disponibilidade do molde e da matéria-prima inicia-se a troca do molde. Para o seu transporte existem três guias, que garantem a segurança do afinador. Antes de ocorrer a montagem do molde, este é levado através da guia e de um carrinho para posteriormente deposita-lo em espera junto à máquina enquanto o produto anterior ainda se encontra em produção juntamente com o carrinho das ferramentas e das mangueiras devidamente organizadas para facilitar a sua escolha.

O *changeover* do molde já se encontra bem definido e dividido em tarefas externas (antes ou depois a montagem do molde) e internas (durante a montagem do molde) de forma a que este ocorra no menor tempo possível. Existe quatro tipos de procedimento de *changeover* adotados pela empresa dependendo das características da máquina de injeção e do molde e partir daí é definido o tempo necessário que o técnico de injeção precisa para a troca do molde (Tabela 2). Estes procedimentos devem ser seguidos à risca e as tarefas executadas de forma sistemática.

Tabela 2- Tempos de *changeover* dos moldes

Tipo 1- S/ Canal quente. Mesmo material. C/ ou s/ Robot		Tipo 2-S/ Canal quente. Diferente Material. C/ ou s/ Robot		Tipo 3- C/ canal quente. Mesmo Material. C/ ou s/ robot	
Tarefa	Tempo(min)	Tarefa	Tempo (min)	Tarefa	Tempo (min)
Externa (antes)	7,7	Externa (antes)	9,6	Externa (antes)	7,7
Interna	11,3	Interna	22	Interna	25,5
Externa (depois)	7,4	Externa (depois)	15,4	Externa (depois)	13,5
Total	26,4	Total	47	Total	46,7
Tipo 3 80 t -C/Canal quente. Mesmo material. C/ou s/ robot		Tipo 4 C/canal quente. Diferente material. C/ou s/ robot		Tipo 4 80 t- C/canal quente. Diferente material. C/ou S/ robot	
Tarefa	Tempo (min)	Tarefa	Tempo (min)	Tarefa	Tempo (min)
Externa (antes)	7,7	Externa (antes)	7,7	Externa (antes)	7,7
Interna	21,7	Interna	25,4	Interna	20,9
Externa (depois)	15,9	Externa (depois)	14,5	Externa (depois)	13,5
Total	46,3	Total	47,6	Total	42,1

Depois de uma análise aos procedimentos de *changeover* do molde (Anexo C) verificou-se que é possível reduzir o tempo naqueles que possuíam canais quentes. Enquanto que se espera que o canal quente do molde atinja a temperatura necessária são executadas tarefas, algumas destas tarefas são indispensáveis (atividade 39-43 da Figura 16). Porém, como a partir da tarefa 44 são realizadas tarefas independentes da máquina de injeção, estas poderiam ser tarefas externas, só não o sendo pelo facto de se estar à espera que o canal quente atinja a temperatura desejada. Caso o molde já entre em máquina com alguma temperatura no canal quente é possível reduzir o tempo de *changeover*. Isto ocorre especialmente nas máquinas de injeção maiores onde naturalmente os moldes são maiores demoram mais tempo aquecer não só o canal quente, mas todo o molde. Em relação às restantes tarefas a sua alteração dependerá de uma análise mais pormenorizada do *changeover*.

37	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Pegar e colocar a nova mão do Robot, colocar o tapete na posição correcta . Verificar se a caixa dos gitos está na posição correcta.	40
38	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Volta para o lado do operador. Trazer a mão do robot da peça que saiu e coloca-la sobre o molde que saiu . Configurar o programa do robot.	55
39	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Purgar a maquina.	1
40	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Colocar o robot na posição zero.	15
41	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Fazer ponto zero na maquina e abrir no máximo.	55
42	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Conectar o cabo de segurança.	20
43	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Limpar o molde e a máquina por dentro.	45
44	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Limpar a maquina externamente.	20
45	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Arrumar as ferramentas no carrinho de ferramentas	30
46	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Retirar de junto da maquina o carrinho das ferramentas com a escada e o carrinho das mangueiras para o local de estacionamento dos mesmos. Volta para o lado do operador.	35
47	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Trazer a ponte rolante sobre a palete.	50
48	(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Remover o material resultante da purga para a caixa das purgas.	10

Figura 16- Procedimento de *Changeover* de um molde de canais quentes

Alteração e abastecimento da matéria-prima ao longo do processo: quando ocorre a alteração da matéria-prima na estufa, esta deve ser previamente limpa para não haver contaminações e para o material estufar o tempo necessário, esta tarefa não consta no procedimento changeover do molde.

Quanto ao abastecimento da matéria-prima ao longo da produção, este é realizado pelos operadores para todas as máquinas de injeção de forma manual, ou seja, a resina é transportada em sacos de 25 kg e colocados num contentor junta à estufa. Dependendo do tipo de produto o operador tem que gerir de quanto em quanto tempo abastece a estufa.

Secagem de material: os grânulos de termoplásticos absorvem humidade, durante a sua produção, transporte e armazenamento. O teor de humidade nos grânulos pode ser maior ou menor dependendo do tipo de matéria-prima, da quantidade de humidade, da temperatura, da exposição do ar e da sua própria afinidade com a água. A presença de humidade nos grânulos, mesmo que seja apenas vapor de água condensado sobre a superfície, provoca a degradação da resina polimérica produzindo peças com fraco aspeto superficial e ocorre perda de propriedades físicas importantes. A degradação que ocorre designa-se por hidrólise, isto é, a cisão de uma molécula pela presença de água nos espaços intermoleculares potenciada pela ação de calor e pressão, levando à formação de descontinuidades (bolhas) e perda de peso molecular (Figura 17).

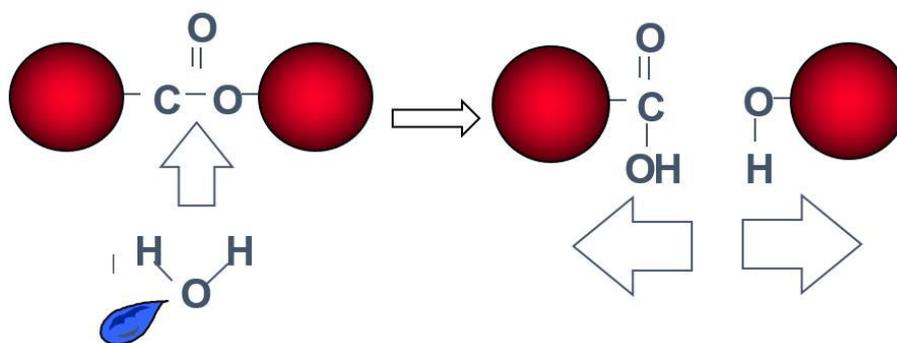


Figura 17- Ilustração da degradação por hidrólise (PINHEIRO, 2010)

Para evitar este tipo de problemas a secagem prévia da matéria-prima é sempre recomendada. Na operação de secagem, as variáveis básicas são teor de humidade do ar, o tempo ou temperatura, as duas últimas quando são utilizadas acima do recomendado podem provocar a degradação da resina, é por isso, importante ter a ficha técnica do material a utilizar.

Na remoção da humidade é importante atingir um ponto de equilíbrio (Figura 18). Este ponto é influenciado pelas características higroscópica da resina, da temperatura do ar envolvente e pelo ponto de orvalho que representa a temperatura a partir da qual a humidade contida no ar começa a condensar. Assim a quantidade de humidade absorvida pela resina até ser atingido o ponto de equilíbrio depende do teor em humidade do ar envolvente, ou seja, do ponto de orvalho.

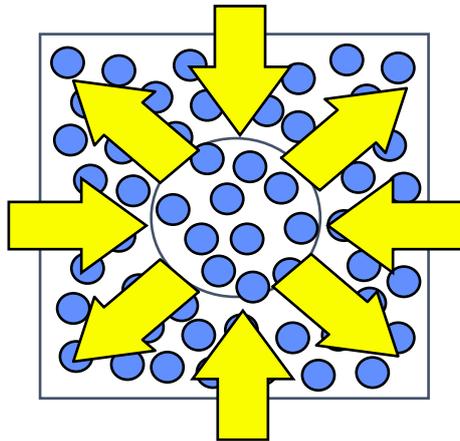


Figura 18- Ponto de equilíbrio na secagem da resina (PINHEIRO, 2010)

Dependendo do tipo de matéria-prima o tempo de secagem varia entre 3, 4 ou 5 horas de secagem, este tempo não pode ser alterado uma vez que interfere com a qualidade da peça a produzir.

Início do processo de injeção na máquina: quando o molde se encontra na máquina de injeção é carregado o programa já pré-definido nas pré-séries. Nas pré-séries é realizada a definição dos parâmetros de injeção, e este apenas é alterado se ocorrer uma otimização do processo ou surgir defeitos de produção.

Embalar peças com controlo por amostragem: as peças são embaladas em caixas de diferentes dimensões dependendo do tipo de produto. Em cada caixa são controladas o número de peças consoante o número de cavidades (se o molde for de 2 cavidades são controladas por caixa 2 peças e identificadas). Este procedimento é realizado de forma a detetar possíveis problemas durante a produção evitando desta forma contenções.

Limpar refugos: a limpeza de refugo das máquinas de injeção é realizada no fim de cada turno, a menos que o produto em produção exija que o façam mais vezes (como por exemplo quando jito é de elevadas dimensões).

Realizar contenções: quando é detetado um problema de produção a qualidade bloqueia o lote produzido e pede para o técnico de injeção corrigir a falha detetada. Posteriormente, é necessário

realizar uma contenção a esse lote de forma a evitar que peça com defeito avance no processo produtivo. Esta ação implica a disponibilidade de um operador.

Após a análise das principais atividades realizadas na injeção, considerou-se como potencial de melhoria (Tabela 3) a redução do tempo de *changeover* dos moldes de canais quentes (através de alterações das tarefas), a alteração e abastecimento de matéria-prima (possibilidade da implementação de um sistema de alimentação centralizado) e no processo de injeção na máquina (otimização dos parâmetros de injeção).

Tabela 3-Identificação das atividades com potencial de melhoria

Atividade	Potencial de melhoria
Changeover do Molde	✓
Alteração e Abastecimento de matéria-prima	✓
Secagem de matéria-prima	X
Alterar os parâmetros de injeção	✓
Emballar peças com controlo por amostragem	X
Limpar refugos	X

Nos capítulos seguintes encontra-se explicado as metodologias realizadas para analisar as atividades com potencial de melhoria tendo como visão a redução de custos, mas sempre com a qualidade dos produtos em consideração para desta forma evitar contenções e consequentemente desperdícios.

Capítulo 4- Sistema de alimentação centralizado

Neste capítulo o objetivo é analisar o abastecimento de matéria-prima, de modo a identificar as vantagens e desvantagens para a implementação de um sistema de alimentação centralizado tanto ao nível da ergonomia no trabalho como a nível de investimento e retorno financeiro.

Este capítulo é composto por três fases distintas:

- 1) Diagnóstico do funcionamento do abastecimento atual das matérias-primas;
- 2) Estudo da implementação do sistema de alimentação centralizado;
- 3) Comparação entre ambas as situações.

A primeira fase é a de diagnóstico ao abastecimento atual das matérias-primas nas máquinas de injeção. Este diagnóstico é realizado através da utilização de algumas técnicas como o estudo dos tempos/movimentações e observação direta do processo. O objetivo principal é a familiarização com o processo e o levantamento de todos os dados relacionados com este tema.

Na segunda fase é realizado um estudo intensivo sobre todo o sistema de implementação do equipamento, nomeadamente quais as matérias-primas mais utilizadas, o layout do sistema, a cotação para a sua implementação, o aproveitamento do equipamento existente na seção da injeção, entre outros.

Na última fase é realizada uma comparação entre ambas as situações (com e sem equipamento centralizado) e avaliado o impacto das duas fases anteriores.

Na Figura 19 está exposta qual a metodologia utilizada para a aplicação das três fases acima referidas.

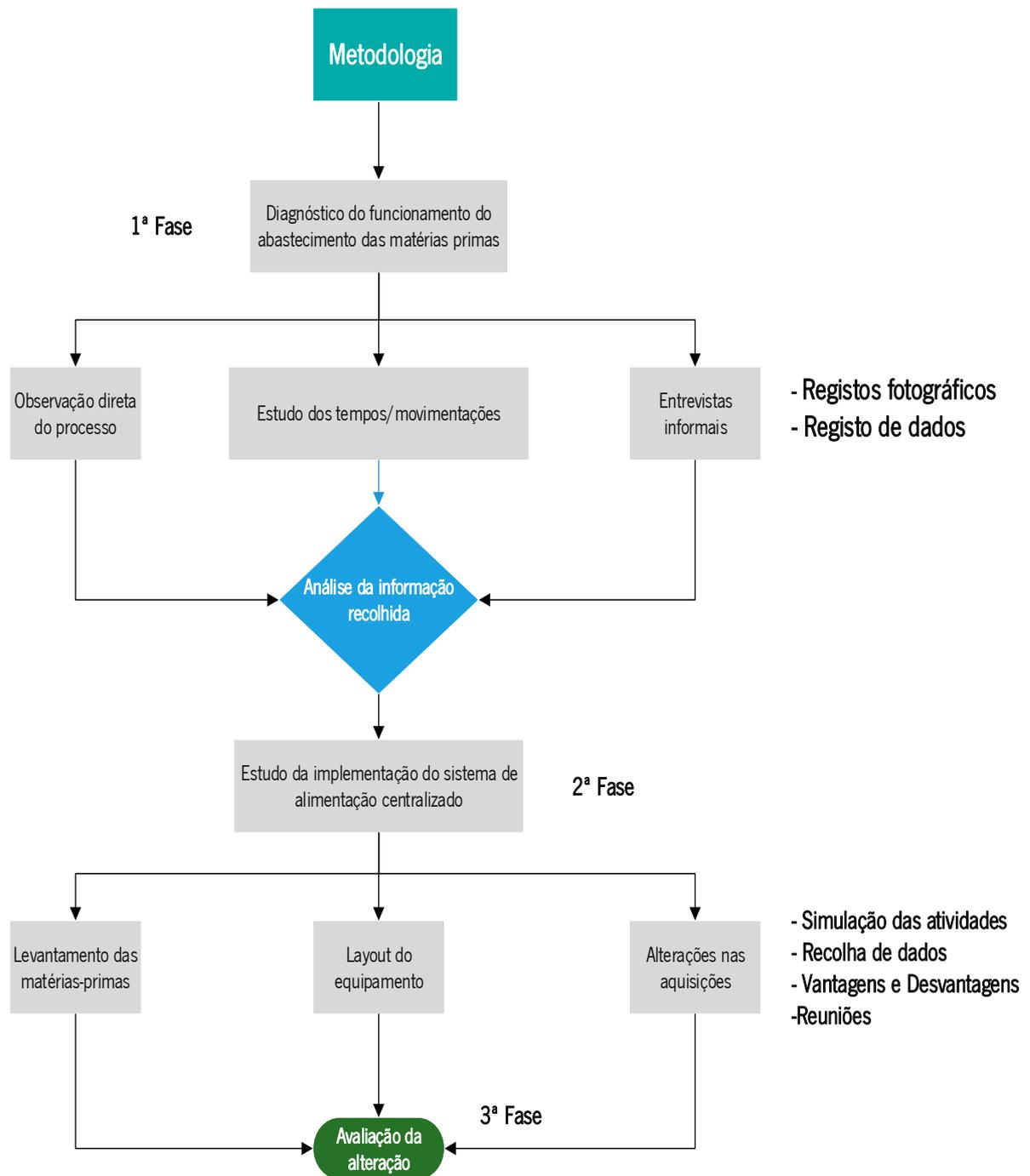


Figura 19-Fluxograma da metodologia abordado no capítulo 4

4.1. Funcionamento do abastecimento atual das matérias-primas

É do conhecimento dos diretores da empresa que existem equipamentos e tecnologia que têm por objetivo melhorar a forma de abastecimento das matérias-primas, a dúvida é como implementar, quando e quais as vantagens/ desvantagens de o fazer. Por estas razões este estudo inicia-se com a fase de diagnóstico ao funcionamento atual do abastecimento das matérias-primas.

O início do processo de diagnóstico dá-se com a observação direta do processo com o único objetivo de familiarização com a forma como é realizado o abastecimento das matérias-primas, tirando dúvidas com os operadores/técnicos de injeção e registando o que se observava.

O abastecimento da matéria-prima é realizado pelos operadores da injeção para as trezes máquinas de injeção existentes na fábrica. Estes utilizam um carrinho para o transporte dos sacos de 25 kg que se encontram no armazém de matéria-prima perto da secção de injeção. Junto de cada máquina de injeção encontra-se estufas auxiliadas de contentores onde os operadores colocam a matéria-prima que posteriormente é estufada em média por 4 horas (dependendo do tipo de resina). A área de injeção já se encontra equipada com sistemas de secagem individuais (Figura 20), o desumidificar é dedicado apenas a uma máquina e o seu abastecimento é realizado um a um (Anexo D).



Figura 20-Sistema de secagem individual

Dependendo da quantidade necessária para cada máquina de injeção, o operador define de quanto em quanto tempo precisa de abastecer a estufa. Assim sendo, precisa de executar certas movimentações para realizar esta função (Figura 21).

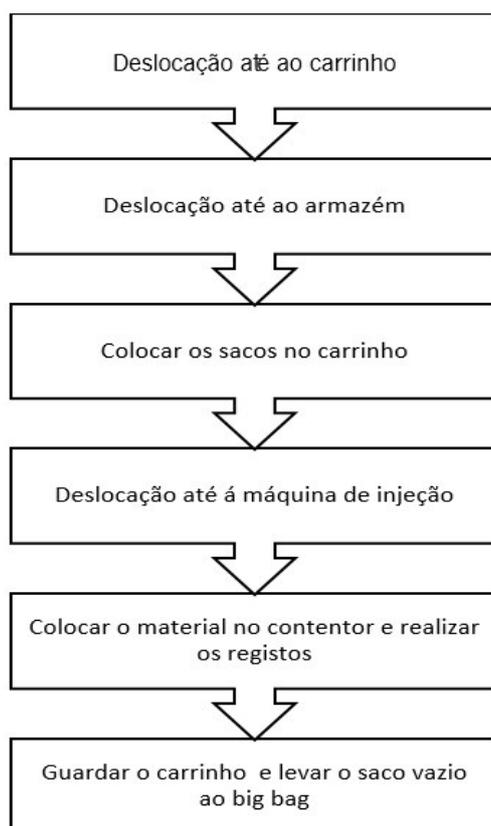


Figura 21-Movimentações para o abastecimento das matérias-primas

Após a observação direta do processo, iniciou-se a cronometragem de cada operação identificada no esquema anterior (Tabela 4). Como o tempo de deslocação do armazém a cada máquina de injeção é diferente (uma vez que as distâncias também são diferentes), admitiu-se uma média dos tempos necessários para a realização das tarefas.

Tabela 4-Movimentações cronometradas

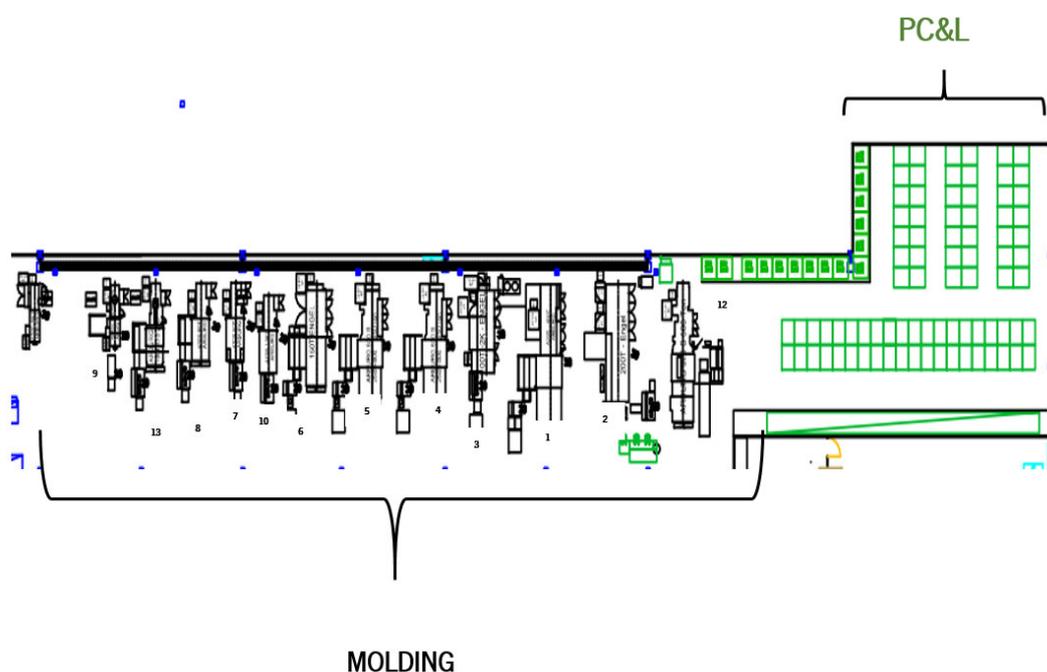
Movimentações	Tempo (s)
Deslocação até ao carrinho	10
Deslocação com o carrinho até ao armazém	40
Colocar um saco no carrinho	6
Deslocação até á máquina de injeção	65
Registos	15
Abrir e abastecer o contentor	90
Guardar o carrinho	20
Levar o saco ao "big bag"	30
Total	276

É importante referir que todas as matérias-primas são transportadas em sacos de 25 kg e é o operador que tem de ter atenção qual é a matéria-prima que vai abastecer naquele momento. Para isso, cada produto a produzir possui um plano de inspeção com toda a informação sobre o

mesmo, incluindo o tipo de matéria-prima com a respetiva referência interna. Antes de se colocar um saco no contentor é necessário realizar os registos, estes identificam a estufa e se o lote de matéria-prima está correto, mas não impede de despejar a matéria-prima para o contentor. Como esta ação nem sempre é executada pode ocorrer erros, nomeadamente misturas de matéria-prima. Outra forma de contaminação é a não correta limpeza da estufa, deixando vestígios da anterior matéria-prima. Estes erros, quando detetado a tempo, implica retirar a matéria-prima toda do contentor e da estufa e deita-la fora, mas quando não é detetado as peças são produzidas com mistura de matérias-primas o que poderá provocar problemas dentro da fábrica ou já no cliente. Ambas as situações implicam custos desnecessários para a empresa.

Quando há a necessidade de trocar a matéria-prima da estufa, é preciso retirar todos os vestígios da resina anterior. Este procedimento implica também tempo perdido pelo operador (cerca de 20 minutos), uma vez que é necessário aspirar por completo a estufa e o contentor que se encontra junto desta e limpar a unidade de injeção.

Todas as atividades anteriores são realizadas pelo setor de injeção (designado também por *Molding*) mas há outras áreas envolvidas, nomeadamente o PC&L. Este é responsável por encomendar e abastecer o armazém junto à injeção. Na receção da matéria-prima em sacos de 25kg identifica cada saco, esta tarefa despense de cerca de 1 minuto por saco. Na Figura 22 encontra-se o layout referente aos setores envolvidos no abastecimento de matérias-primas.



MOLDING

Figura 22-Layout da zona de injeção

4.2. Estudo da implementação do sistema de alimentação centralizado

Nesta segunda fase o objetivo é fazer um levantamento de todos os dados necessários para a implementação do sistema de alimentação central: número de matérias-primas/ números de produtos, levantamento do equipamento já existente na fábrica (capacidade dos reservatórios, desumidificadores e alimentadores), preço/ matéria-prima em sacos e em cartões com capacidade entre 800 a 1000 kg (*octabines*). Posteriormente ceder os dados necessários à empresa responsável pela instalação do equipamento para elaboração da cotação.

Depois do levantamento de todos os tipos de matérias-primas utilizadas, e através do volume de produtos previstos para o presente ano calculou-se o tempo que é necessário para abastecer as estufas com a respetiva matéria-prima. Este cálculo permitiu perceber quais as matérias-primas mais utilizadas e que requeriam mais tempo no seu abastecimento (Tabela 5). Sendo essas aquelas que apresentam maior interesse implementar um sistema de alimentação centralizado juntamente com dois casos especiais. No entanto este cálculo é estimado através de dados do SAP, não são consideradas todas as movimentações envolvidas no abastecimento da matéria-prima por parte dos operadores.

Tabela 5- Tempo necessário para abastecer as matérias-primas em minutos por dia

Referência	Designação	Tempo de abastecimento (min/dia)
28305777	ABS/PC XF Black	57
28394648	PC/SAN GF20 Black	20
28305755	ABS 17 GF Black	7
28323620	ABS/PC GF 10 Recycled Black	8

Os dois casos especiais são a matéria-prima 28305755 e a 28323620. A primeira é necessária abastecer constantemente a estufa pois apresenta um consumo muito elevado para produzir a peça nesta máquina de injeção (PL-MOLD 012) relação à segunda foi discutido pelos responsáveis a possibilidade de compra de matéria-prima em *octabin* em vez de sacos de 25 kg. Porém, por normas da empresa, não é possível ter alocado junto das máquinas de injeção embalagens de cartão, assim para implementar esta nova opção de compra foi considerada para este estudo.

Depois de decidido quais as matérias-primas com interesse para este estudo, o próximo-passo é averiguar em que máquinas de injeção (PL-MOLD) são utilizadas para desta forma elaborar um

layout do sistema de alimentação centralizado e para a empresa responsável pela sua implementação definir a cotação (Tabela 6).

Tabela 6- Número de máquinas de injeção por matéria-prima

Referência interna	28305777	28394648	28305755	28323620
Designação	ABS/PC XF Black	PC/SAN GF20 Black	ABS 17 GF Black	ABS/PC GF 10 Recycled Black
Máquina de injeção	PL-MOLD 001	PL-MOLD 001	PL-MOLD 012	PL-MOLD 001
	PL-MOLD 002	PL-MOLD 004		
	PL-MOLD 003	PL-MOLD 005		
	PL-MOLD 004	PL-MOLD 006		
	PL-MOLD 005			
	PL-MOLD 006			
	PL-MOLD 007			
	PL-MOLD 010			
	PL-MOLD 011			

O próximo passo é calcular, através da equação 1, para cada matéria-prima em estudo, num pior cenário, o débito capaz para alimentar todas as máquinas de injeção. Entende-se por pior cenário todas as máquinas de injeção alimentadas em simultâneo pela mesma matéria-prima e com as moldações que apresentam maior massa, caso o mesmo molde seja utilizado em duas máquinas de injeção considera-se apenas para uma e na outra considera-se a segunda moldação com maior massa. Desta forma define-se os equipamentos necessários, sobretudo a capacidade da estufa e do desumidificador.

$$Q = \text{Peso da moldação} \times \frac{3600}{\text{Tempo de ciclo da moldação}} \quad [\text{kg/h}] \quad (\text{Equação 1})$$

Proposta 1

A proposta 1 contempla todos os dados recolhidos anteriormente, ou seja, inclui as quatro matérias-primas em estudo e todas as máquinas de injeção onde são utilizadas. O layout definido para a centralização encontra-se na Figura 23 e a cotação completa no anexo 5. Ao analisar a descrição dos equipamentos que são necessários adquirir percebe-se que é necessário alterar os recetores de vácuo das tremonhas, adquirir dois desumidificadores DP 615 MT com maior capacidade de secagem para as matérias-primas 28305755 e 28323620, sendo para as restantes matérias-primas recuperado o equipamento existente. Para além disto, é preciso adquirir todo o equipamento para o funcionamento do sistema centralizado nomeadamente as tubagens e o sistema de vácuo. A cotação obtida para esta proposta foi de 90 917 euros.

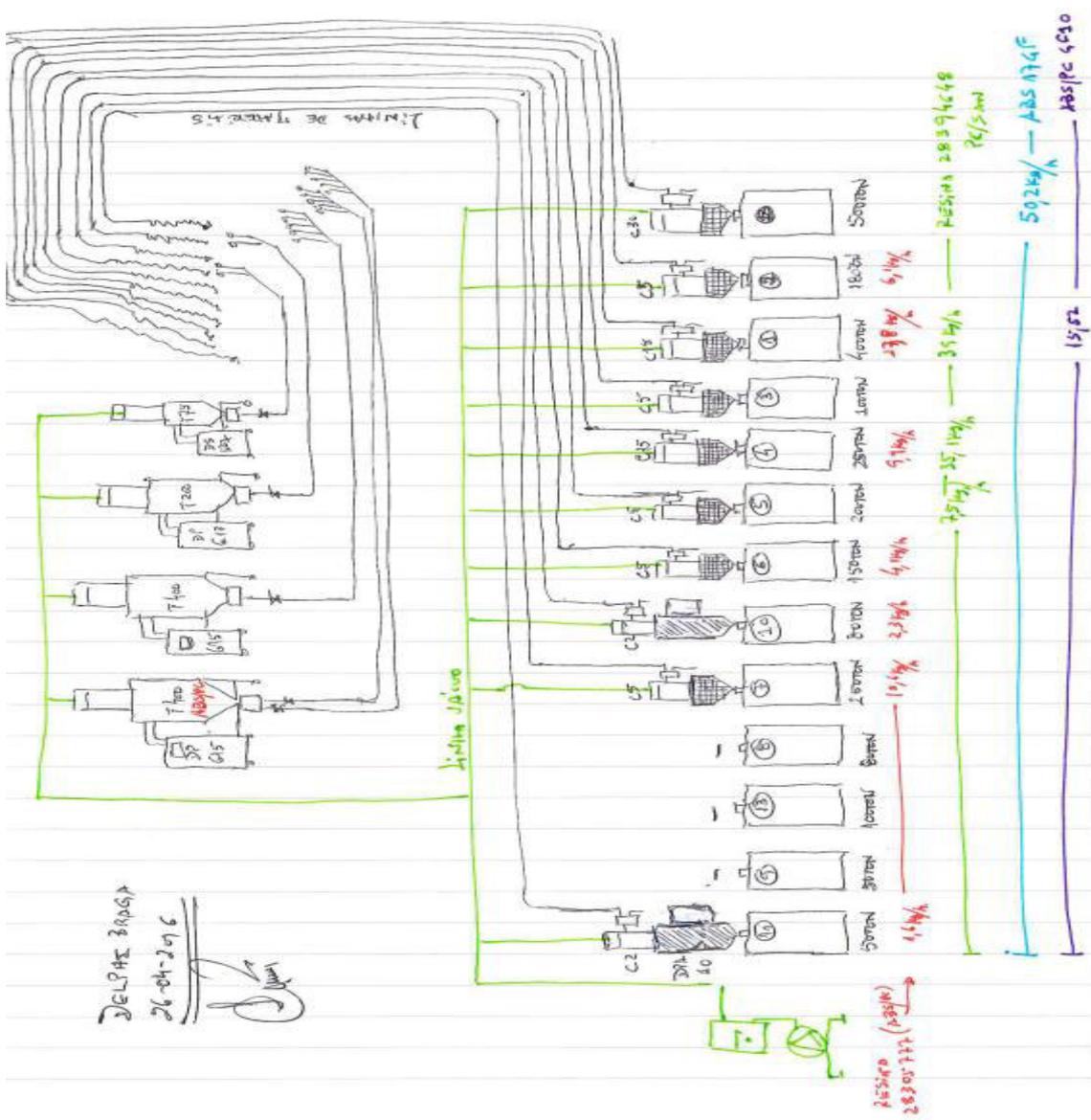


Figura 23- Layout da proposta 1 (PINHEIRO, 2016)

Como o investimento na centralização anteriormente descrito é muito elevado procurou-se identificar outra possível proposta para deste modo implementar um sistema onde se utilize octabines e assim retirar carga no trabalho dos operadores.

Proposta 2

A proposta alternativa à anterior passou por encontrar pontos comuns entre as matérias-primas selecionadas e reduzir o número de máquinas de injeção a centralizar. Focou-se o estudo para a implementação inicial nas quatro máquinas de injeção referidas na Tabela 7 tendo em vista que quando for possível centralizar mais máquinas de injeção é possível adaptar este sistema a um mais alargando, não sendo por isso, um investimento mal aplicado.

Tabela 7-Máquinas de injeção em comum

Referências	28305777	28394648
Designação	ABS/PC XF Black	PC/SAN GF20 Black
Máquina de injeção	PL-MOLD 001	PL-MOLD 001
	PL-MOLD 002	PL-MOLD 004
	PL-MOLD 003	PL-MOLD 005
	PL-MOLD 004	PL-MOLD 006
	PL-MOLD 005	
	PL-MOLD 006	
	PL-MOLD 007	
	PL-MOLD 010	
	PL-MOLD 011	

Assim sendo, esta segunda proposta sugere centralizar as duas matérias-primas mais utilizadas 28305777(ABS/PC XF Black) e 28394648 (PC/SAN GF20 Black). O layout proposto encontra-se na Figura 24 e a sua cotação é de 20 452 euros (anexo 6).

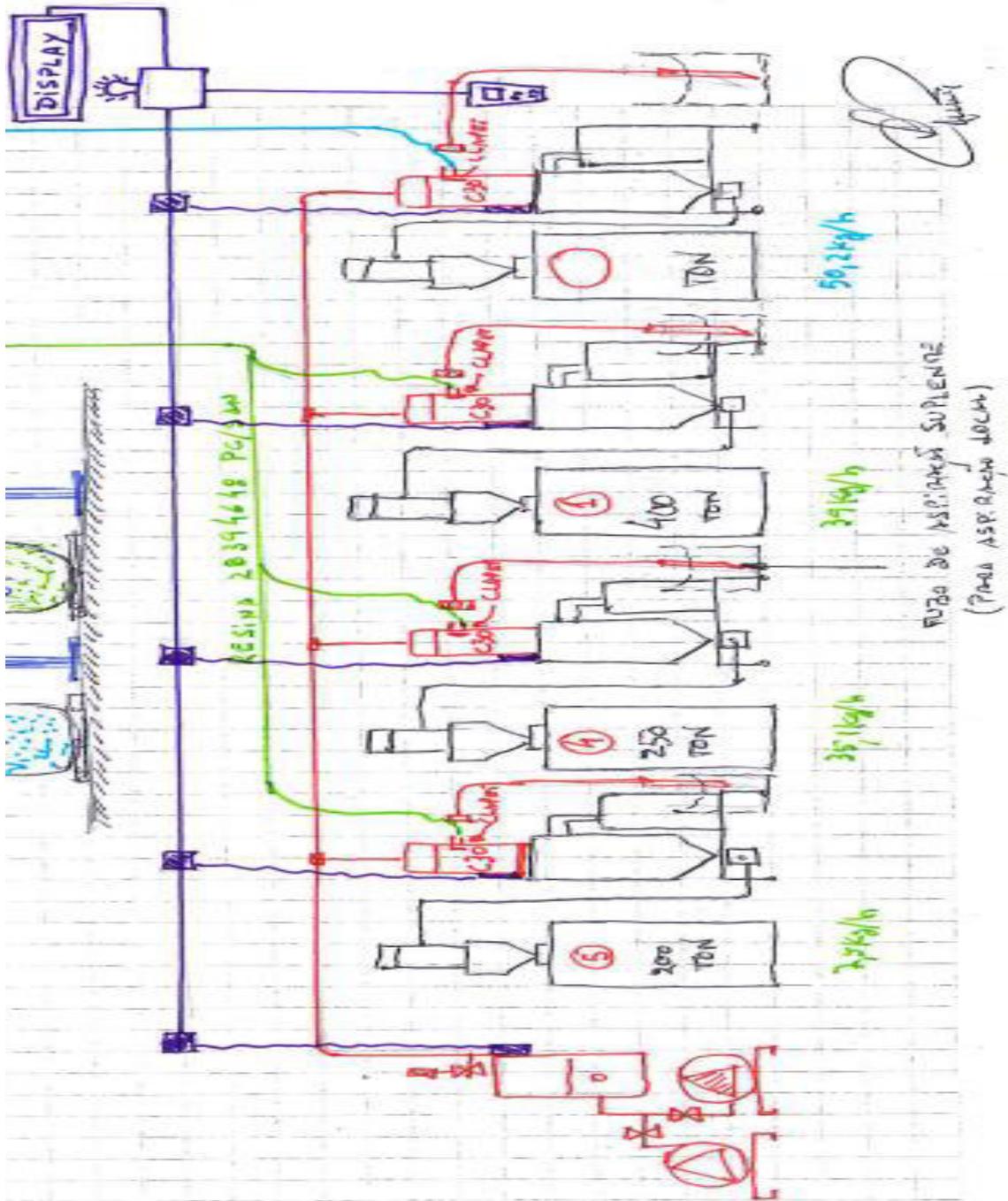


Figura 24-Layout Proposta 2 (PINHEIRO, 2016)

4.3 Comparação

Nesta fase o objetivo é a comparação das alterações que a implementação deste tipo de equipamentos implica tanto a nível físico como a nível das atividades que os operadores passam a realizar.

Antes de alterar o quer que seja na indústria é necessário perceber quais as vantagens e desvantagens que a implementação do sistema de alimentação centralizado apresenta em relação à situação atual, na Tabela 8 encontra-se esta comparação.

Tabela 8-Vantagens e desvantagens das alterações

	Sistema de alimentação individual	Proposta 1	Proposta 2
Vantagens	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema já se encontra na fábrica; • Adquirir um novo equipamento implica um investimento menor. 	<ul style="list-style-type: none"> • Evita erros (mistura de matéria-prima); • Compra de resina em octabines; • Alteração de resina mais fácil e rápida; • Menor impacto ambiental (octabines de 1000 kg em cartão); • Movimentação de matéria-prima mais fácil. 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento mais baixo; • Reduz o esforço físico aos operadores; • O equipamento está preparado para uma futura instalação do sistema centralizado para todas as máquinas de injeção; • Compra de resina em octabines;
Desvantagens	<ul style="list-style-type: none"> • Suscetível a erros (mistura de matérias-primas); • Requer esforço físico por parte dos operadores, provoca lesões; • Compra de resina em sacos de 25 kg; • Alteração de resina implica a limpeza manual da estufa ou um transporte da estufa para junto de outra máquina de injeção; • Maior impacto ambiental (utiliza-se mais sacos plásticos para a mesma quantidade nos octabines). 	<ul style="list-style-type: none"> • Investimento elevado; • Necessário uma maior área para a instalação do equipamento na zona de armazém; • Necessário a realização de obras de adaptação ao equipamento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Está limitado às máquinas onde são colocadas as tubagens; • Implica obras de adaptação ao equipamento;

Em relação às movimentações dos operadores, com a implementação de qualquer uma das propostas apresentadas há alterações. Na Tabela 9 encontra-se registado quais as movimentações que os operadores de injeção passam a concretizar. A principal diferença é a eliminação da exposição dos operadores ao carregamento das cargas que representa um risco significativo.

Tabela 9-Comparação das movimentações dos operadores

Movimentações dos operadores/técnicos de injeção		
Equipamento individual	Proposta 1	Proposta 2
Deslocação até ao carrinho	Verificar a matéria-prima	Verificar a matéria-prima
Deslocação até ao armazém	Ligar a tubagem na mesa de distribuição	Ligar a tubagem na mesa de distribuição
Colocar os sacos no carrinho	Quando necessário levar o octabin para junto da estufa	Quando necessário levar o octabin para junto da estufa
Deslocação até à máquina de injeção		
Colocar o material no contentor e registos		
Guardar o carrinho e levar o saco ao “big bag”		

Como dito anteriormente, umas das áreas envolvidas no abastecimento da matéria-prima é o PC&L. Esta área também sofre alterações nas suas tarefas:

- Altera-se a forma de transporte dos lotes, deixa-se de transportar paletes com 40 sacos e passa-se a transportar octabines. É do conhecimento do responsável pelo armazém que o equipamento de transporte é capaz de carregar uma embalagem com as dimensões do octabine, porém são necessárias alterações no armazém para o armazenamento dos mesmos.
- A identificação dos octabines com a referência interna da empresa em Braga continua a ser da mesma forma, com a diferença que apenas é necessário identificar o octabine e não todos os sacos.
- A forma de compra e gerenciamento de stocks altera-se uma vez que através da compra em octabines pode-se conseguir preços ligeiramente mais competitivos e um leque maior de fornecedores;

No que diz respeito ao layout da área de injeção também há mudanças significativas, isto porque é pretendido que o sistema centralizado seja instalado no armazém de matéria-prima, o que

permite ao operador controlar quando é necessário trocar o octabin. É por isso indispensável reorganizar o armazém de forma a arranjar espaço para o equipamento, para os octabines e para as paletes das restantes matérias-primas utilizadas.

Neste momento as paletes de matéria-prima estão organizadas da forma como se visualiza na Figura 25 (cada referência interna corresponde a uma matéria-prima diferente) estão reservados para as matérias-primas em estudo o seguinte número:

- 28305777 (ABS/PC XF Black) –5 espaços;
- 28394648 (PC/SAN GF20 Black)- 4 espaços;
- 28323620 (ABS/PC GF 10 Recycled Black)- 3 espaços
- 28305755 (ABS 17 GF Black) - 3 espaços

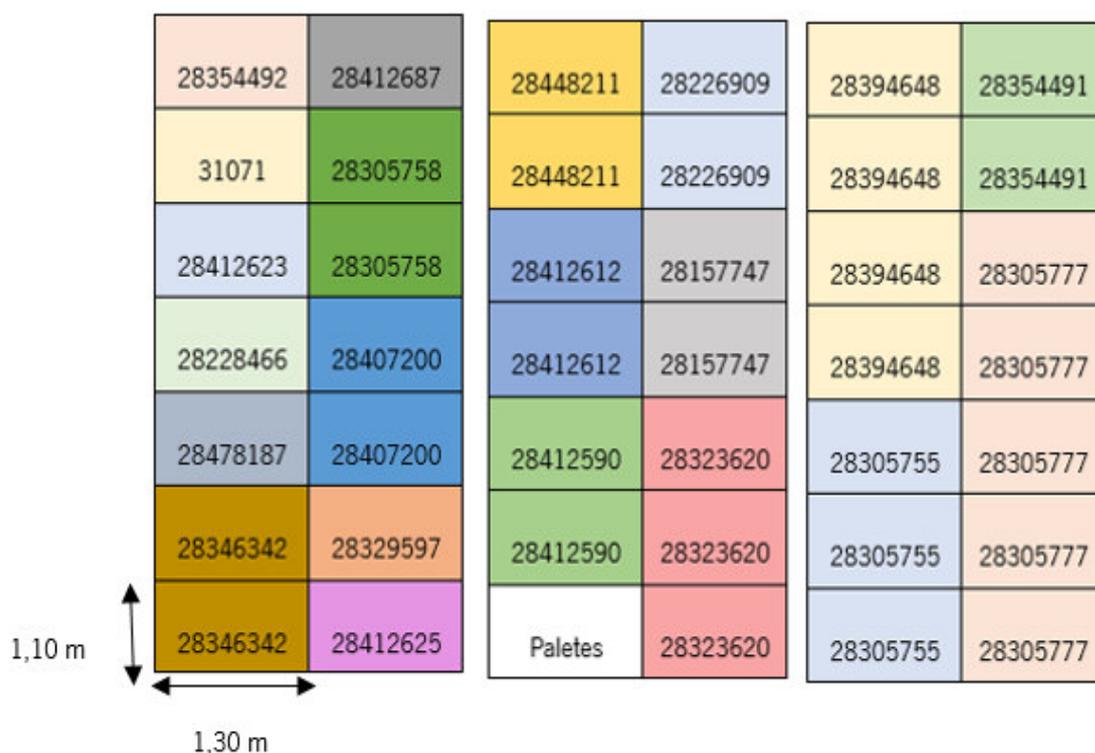


Figura 25-Organização das paletes de cada matéria-prima

Como as quantidades de matéria-prima que se encontram nas paletes é a mesma de um octabin há apenas uma libertação de um espaço/matéria-prima, uma vez que estará junto da estufa na sua utilização enquanto que tirar um saco de cada vez da palete o espaço só é libertado quando a palete terminar. Assim sendo é desocupado 5,72 m² de área no armazém relativo às matérias-primas em estudo.

Um ponto importante, é a colocação do equipamento centralizado no armazém de matéria-prima junto da área de injeção. Uma solução pensada foi instalar o equipamento no lugar que atualmente é ocupado por “Big Bags” de resíduos. É por isso necessário arranjar espaço para os recolocar, uma vez que as estufas com os octabines do seu lado vão ocupar todo o espaço disponível (Figura 26). É necessário alargar o armazém 8,32 m² com uma reorganização do mesmo.

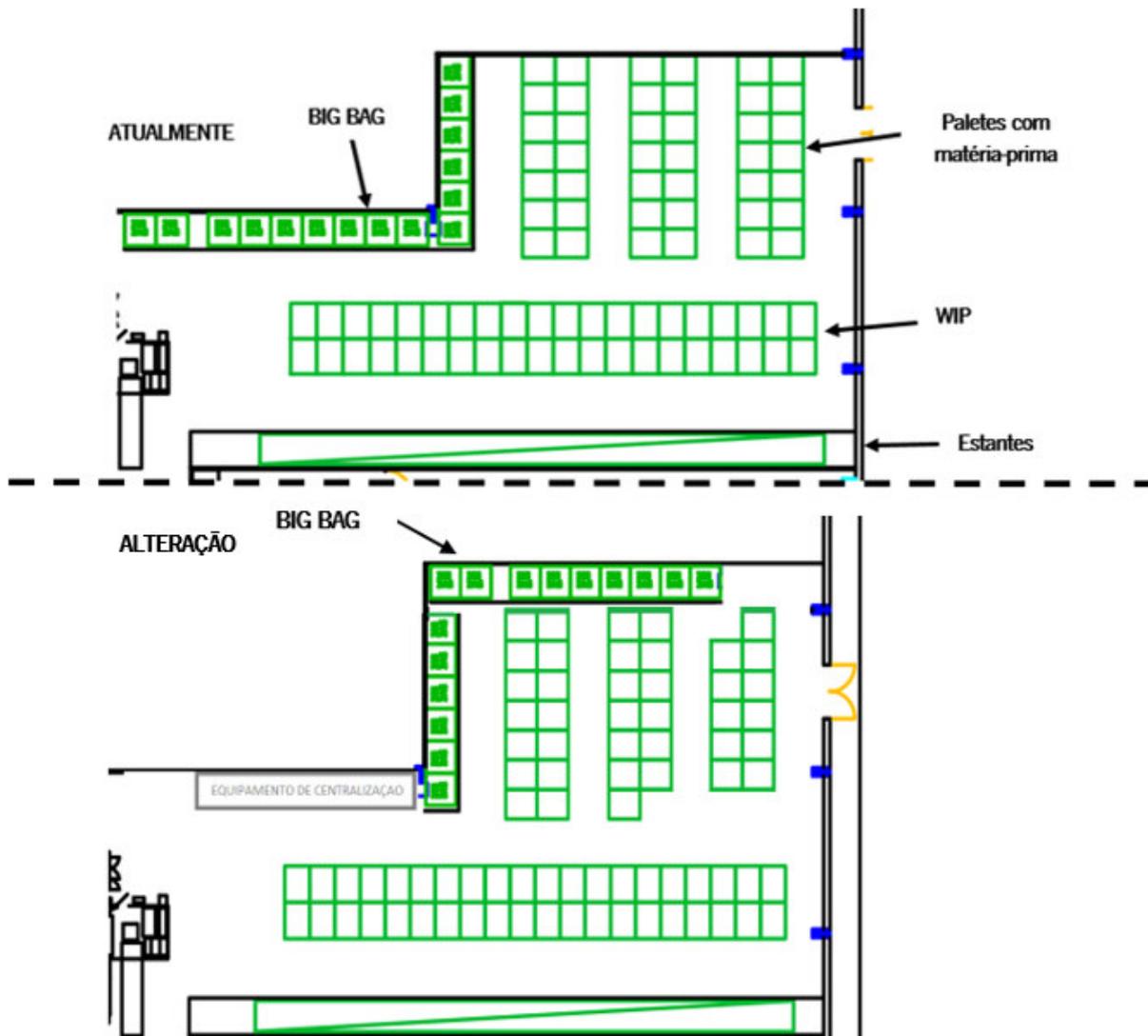


Figura 26- Layout do armazém de matéria-prima antes e depois do sistema de alimentação

Na zona de produção há uma desocupação das estufas entre as máquinas de injeção, o que pode impulsionar uma redução de espaço entre as mesmas o que proporciona a possibilidade de instalação de novas máquinas de injeção. Realizou-se um levantamento de máquinas de injeção onde é possível a eliminação total de estufas e a área que desocupa (Tabela 10). Esta eliminação corresponde apenas às máquinas de injeção que utilizam exclusivamente as matérias-primas que se pretendem centralizar.

Tabela 10-Área de utilização eliminada

Identificação máquina de injeção	Eliminação total de estufas? (Proposta 1)
PL-MOLD 011	Não
PL-MOLD 007	Não
PL-MOLD 010	Não
PL-MOLD 006	Sim
PL-MOLD 005	Sim
PL-MOLD 004	Não
PL-MOLD 003	Não
PL-MOLD 001	Não
PL-MOLD 002	Não
PL-MOLD 012	Sim
Área desocupada (m²)	6,72

4.4. Análise de custos

De forma a viabilizar a implementação sistema de alimentação centralizado é necessário calcular e comparar o custo associado ao abastecimento das matérias-primas atual e depois da instalação do sistema de alimentação centralizado através de todas as áreas e fatores envolvidos nesta tarefa, nomeadamente:

1. **PC&L (Production Control & Logistics):** tem como funções encomendar a matéria-prima, receber e identificar os lotes do fornecedor e, ainda, é responsável pela colocação da mercadoria no armazém de matéria-prima (Figura 27).

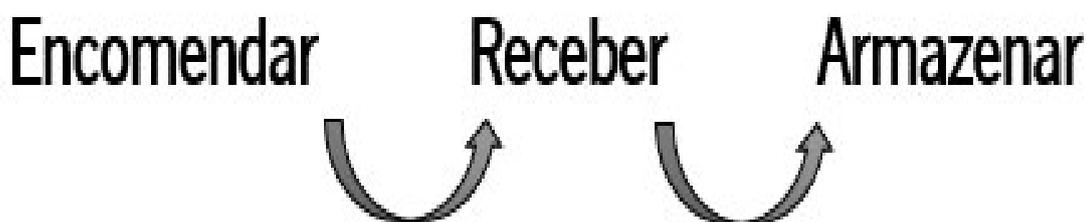


Figura 27-Funções do PC&L

Calculou-se o número de sacos mensais em média em cada mês, num total de 1 023 unidades (Tabela 11), esta é a encomenda que o responsável pelo PC&L efetua em média todos os meses (cada palete contém 40 sacos).

Tabela 11-Quantidade de matéria-prima em sacos prevista

Referência	Quantidade mensal (kg)	Nº de Sacos/mês	Nº de paletes/mês	Nº de Octabines
28305755	4 151	166	5	5
28394648	10 905	437	11	11
28323620	2 584	104	3	3
28305777	7 884	316	8	8
	Total	1 023	27	27

Na receção da matéria-prima em sacos de 25 kg identifica-se cada saco com a referência interna da fabrica de Braga, quando o operador abastece a estufa necessita da identificação interna do material interna para os registos. Este reconhecimento implica tempo e recursos. Na Tabela 12 encontra-se a comparação de custos na identificação dos sacos e do octabines.

Tabela 12-Custos na identificação dos sacos e nos octabines

	Quantidade (unidades)	Custo de identificação (€) /mês
Sacos de 25 kg	1023	245,52
Octabines	27	6,48

Em relação aos custos de movimentação para depositar a matéria-prima no armazém, o valor é o mesmo uma vez que o número de paletes e de octabines é igual (a capacidade do octabine é em média 1000 kg). A única diferença é a forma de arrumação das novas embalagens (este ponto terá de ser visto pelo responsável pelo armazém).

Contactou-se os fornecedores das matérias-primas com o intuito de se saber a redução de preço com a troca de sacos de 25 kg para octabines (Tabela 13).

Tabela 13-Comparação do preço das matérias-primas

Matéria-prima	Preço (€)/kg	Preço (€) /quantidade mensal em sacos	Preço (€) /quantidade mensal em octabines	Diferença (€)
28305777	3,05	24 046	24 046	=
28305755	2,61	10 834	10 834	=
28394648	3,93	42 856	42 856	=
28323620	3,76	9 715	9 664	51

Apesar do esforço de contactar os fornecedores habituais da empresa no que diz respeito às matérias-primas, apenas o fornecedor da matéria-prima 28323620 (ABS/PC GF 10 Recycled Black) admitiu uma redução do custo de obtenção da mesma. Os restantes justificaram com o facto de produzirem linhas contínuas é que não havia qualquer diferença no embalamento. Sugeriram, contudo, uma reunião para discutir o assunto caso este se confirmasse.

2. **Molding:** encontra-se incluído todos os movimentos relacionados ao abastecimento por partes dos operadores/técnicos de injeção. Tendo em conta o número de sacos de matéria-prima necessários, estimou-se a repetibilidade das movimentações, em cada abastecimento são levados cerca de 3 sacos (Tabela 14).

Tabela 14-Custos das movimentações no abastecimento da matéria-prima

Movimentações	Repetibilidade/ mês	Tempo gasto (s)/ mês	Custo (€) /mês	Custo (€) /ano
Deslocação até ao carrinho	341	3410	10,23	122
Deslocação com o carrinho até ao armazém	341	13640	40,92	491
Colocar o saco no carrinho	1023	6126	18,38	220
Deslocação até à máquina de injeção	341	22165	66,50	797
Registos	1023	15315	45,95	551
Abrir o saco e despejar	1023	91890	275,67	3308
Guardar o carrinho	341	6820	20,46	245
Levar o saco ao “big bag”	341	10230	30,69	368
			Total	6 102

Em relação à limpeza da estufa quando se pretende utiliza-la para uma matéria-prima diferente, calculou-se o custo referente a esta tarefa na Tabela 15.

Tabela 15-Custo de limpeza das estufas

Tarefa	Repetibilidade /mês	Tempo (s)/ mês	Custos (€) /mês	Custos (€) /ano
Limpeza de estufa	50	60 000	180	2 160

3. **Impacto Ambiental:** a nível ambiente há alterações, uma vez que se deixa de utilizar sacos plásticos de 25 kg e utiliza-se octabines com aproximadamente 1000 kg de capacidade. Assim sendo há uma redução de 1 023 sacos plásticos para 27 octabines de cartão por mês.

Contudo para a empresa não há custos significativos com o encaminhamento dos resíduos para tratamento, pelo contrario há uma valorização pela reciclagem dos mesmos.

- 4. Contaminações:** quando se refere contaminações considera-se trocas de matéria-prima no carregamento ou não limpar corretamente a estufa. Quando isto acontece e é detetado a tempo, a matéria-prima da estufa e do contentor é deitada ao lixo (Tabela 16) e as peças produzidas vão para refugo para prevenir possíveis defeitos devido à contaminação. Contudo há mais fatores envolvidos que representem custos desnecessários.

Tabela 16-Custos com o desperdício de matéria-prima para refugo

Referência	Capacidade da estufa (kg)	Prejuízo (€)
28305755	300	783
28394648	150	589,5
	200	786
28323620	200	752
28305777	30	91,5
	50	152,5
	100	305
	150	457,5

Os custos registados na Tabela 17 são aqueles que estão envolvidos indiretamente quando ocorre contaminação de matéria-prima. Estes são considerados valores de risco, ou seja, sempre que ocorra um problema deste género há tarefas necessárias para corrigir o erro e isso implica custos. Contudo, nem sempre é necessário realizar todas as atividades, por exemplo, retirar o molde da máquina de injeção e levá-lo para a serralharia, uma vez que o problema por vezes se resolve com a limpeza da unidade de injeção. Assim o risco é um valor aproximado que varia de caso para caso, mas deve ter atenção pois implica custos desnecessários. Este valor é meramente indicativo e não será considerado nos cálculos finais para a ponderação da implementação do sistema de alimentação centralizado tanto na proposta 1 como na proposta 2. Da mesma forma que não se considera os valores da Tabela 16, uma vez que não há registos de quantas vezes ocorre este tipo

de erros nem qual é a matéria-prima onde o problema acontece de forma mais sistemática. Sabe-se apenas que o maior problema de contaminação nas máquinas de injeção de maior tonelagem é a incorreta limpeza da estufa, sendo necessária uma maior atenção e consciência dos riscos.

Tabela 17-Valores de risco por contaminação

Atividades	Meios	Custos (€)
Inspeccionar as peças produzidas	Operadora qualidade	21,6
Separar as peças produzidas	Operador de injeção	86,4
Peças para refugo		Depende da produção/quantidade
Produzir novamente	Máquina de injeção+ operador de injeção + matéria-prima	Depende da produção/quantidade
Limpar a unidade de injeção	Operador de injeção + Matéria-prima+ produto de limpeza	4,46
Máquina em espera	Tirar o molde + espera pelo molde	37,8
Limpeza de molde	Serralheiro (30-60 min)	16,2-32,4
Novo changeover	Média 22 min	7,40
Total (estimado)		≈ 190,00

Caso o erro seja detetado no cliente, o que nunca aconteceu na empresa, o custo é muito mais elevado (por exemplo a paragem de uma linha de um cliente específico pode significar um prejuízo de 60 mil euros por hora).

5. Ergonomia no trabalho: a substituição de sacos de 25 kg de matéria-prima pela coleta através do sistema de alimentação centralizado vai trazer vantagens a nível da diminuição da manipulação de cargas significativas para os colaboradores. Neste momento, a tarefa de transporte e carregamento das estufas é realizado manualmente pelos colaboradores, é considerada de risco elevada devido ao peso. Deste modo, as vantagens a nível ergonómico seriam benéficas e eliminar-se-ia a exposição dos colaboradores a este risco significativo. Este pode levar a que o operador entre em baixa médica, o que implica sempre custos nem que seja indiretamente pelo facto de se contar com o colaborador para a realização das suas tarefas e este não se encontrar presente.

A Tabela 18 encontra-se resumidamente todos os fatores benéficos e de risco que influenciam a decisão da implementação do equipamento.

Tabela 18-Resumo dos fatores de decisão

	Sistema individual	Sistema centralizado	Diferença/ano
PC&L			
Identificação	245	6	2 868
Compra	1 049 431	1 048 811	620
Espaço armazém	-	+83	-83
Espaço entre máquinas	-	-67	67
Molding			
Movimentações	6 102	*1 890	4 212
Limpeza	2 160	0	2 160,00
Impacto Ambiental	maior	menor	Benéfico
Contaminações	mais	menos	Benéfico
Ergonomia	pior	melhor	Benéfico
Total			9 844

* Valor simulado.

De uma forma geral, os pontos acima mencionados são os que influenciam a decisão da implementação do sistema de alimentação centralizado juntamente com a cotação enviada pela empresa responsável pela instalação do mesmo (Tabela 19).

Tabela 19-Cotação para a proposta 1

Item	Descrição	Qtd	Preço (€)	Tipo de valor
1	Sistema central EASY3	1	6 333	Fixo
2	Recetor Vácuo C2 EASY3+VP50	2	1 630	Variável
3	Recetor Vácuo C5 EASY3+VP50	5	1 700	Variável
4	Recetor Vácuo C15 EASY3+VP50	2	1 750	Variável
5	Recetor Vácuo C30 EASY3+VP50	1	1 810	Variável
6	Recetor Vácuo C2 EASY3	4	1 310	Variável

Acessórios				
7	Conjunto de acessórios DIAM 50 MM	1	17 723	Variável
8	Mesa de distribuição manual 2E -10S	1	3 050	Variável
9	Desumidificador DPA10	2	2 736	Variável
10	Desumidificador DPA615 MT	2	13 000	Variável
11	Tremonha MOD T400 LT	2	Incluído	-
12	Trolley T400 VDPM02	1	Incluído	-
13	Instalação, arranque e formação		10 029	Variável
14	Transporte e embalagem		Incluído	-
Valor total (€)			90 917	

O valor de 90 917 euros corresponde ao investimento da proposta 1 para a implementação do sistema de alimentação centralizado. Comparando com os custos que a empresa tem com a alimentação manual por ano é um valor demasiado elevado, como à partida já se tinha referido sendo por isso necessário procurar alternativas para este investimento, uma vez que praticamente todos os valores da cotação são variáveis consoante o número de máquinas de injeção que se incluir.

Na Tabela 20 encontra-se a cotação corresponde à proposta número 2, este valor é inferior uma vez que são reduzidas número de máquinas de injeção bem como o número de matérias-primas a centralizar.

Tabela 20-Cotação para a proposta 2

Item	Descrição	Qtd	Preço (€)
1	Sistema Central EASY 3	1	6 300
2	Recetor de Vácuo C30 EASY 3	4	1 580
3	Conjunto de acessórios	1	5 378
4	Instalação, arranque e formação		2 545
5	Transporte e embalagem		Incluído
Valor total (€)			20 452

Por fim na Tabela 21 encontram-se os valores comparativos entre as duas propostas e o valor atual para o abastecimento das matérias-primas.

Tabela 21- Comparação de custos do abastecimento das matérias-primas

	Valor (€)
Custo abastecimento atual	9 844
Custo Proposta 1	90 917
Custo Proposta 2	20 452

Uma vez que um investimento na empresa implica um *payback* de apenas um ano, da análise retira-se as seguintes conclusões (tendo em conta que uma maior produção também implica um maior investimento do sistema num maior número de máquinas de injeção):

- A proposta 1 apenas pode ser considerada com uma produção 9 vezes maior do que é a atual, caso contrário apenas é possível amortizar o investimento num intervalo de nove anos;
- A proposta 2 apresenta-se como sendo uma proposta mais vantajosa no processo inicial para a instalação de um sistema de alimentação centralizado, apresentando um conceito semelhante à proposta 1, mas de uma dimensão inferior. Ao atualizar o valor atual do custo de alimentação manual das estufas para as duas matérias-primas da proposta 2 é de cerca de 7 500 euros. Assim sendo, justifica-se o investimento desta proposta com uma produção 3 vezes maior ou um *playback* de três anos.

Capítulo 5 - Redução do tempo de ciclo e de changeover

Este capítulo encontra-se dividido em duas partes: na primeira parte o objetivo é reduzir o tempo de ciclo de peças. Por definição, este é o tempo necessário para produção de uma peça, ou seja, o tempo decorrido entre a repetição do início ao fim da operação. Para a redução é necessário otimizar os parâmetros de injeção associados à produção de um produto. É importante referir que o processo de moldação por injeção tem de garantir produtos que respeitem os padrões de qualidade exigidos pelo cliente. Estes padrões têm de ser respeitados e são um dos pontos mais importantes a ter em avaliação.

Numa segunda parte, pretende-se realizar um estudo sobre o changeover de moldes tendo como objetivo a redução do tempo de máquina em espera, avaliando o impacto da alteração de tarefas internas para externas.

5.1. Redução do tempo de ciclo

Esta parte é composta por quatro fases distintas:

- 1) Seleção das peças em estudo;
- 2) Caracterização do problema;
- 3) Realização dos ensaios;
- 4) Avaliação do impacto na qualidade das peças;

A primeira fase consiste na seleção das peças em estudo pois é necessário justificar a escolha de forma a criar valor ao trabalho realizado para a empresa. Apenas peças que sejam possíveis e interessantes otimizar os parâmetros de injeção são justificáveis para o estudo.

A segunda fase é a caracterização do problema, ou seja, um relato claro do problema, que permite definir um objetivo a alcançar. Este deve ser específico, mensurável e de resultado prático.

A terceira fase é a realização de ensaios onde se vai monitorizar o processo de modo a garantir que tudo é feito de forma a alcançar o objetivo.

A última fase é a avaliação da qualidade das peças, tendo como objetivo a validação do novo programa criado com os parâmetros alterados. Serão realizados os testes segundo os procedimentos da empresa, avaliando desta forma o impacto na qualidade das peças.

O fluxograma da Figura 28 expõem a metodologia a realizar.

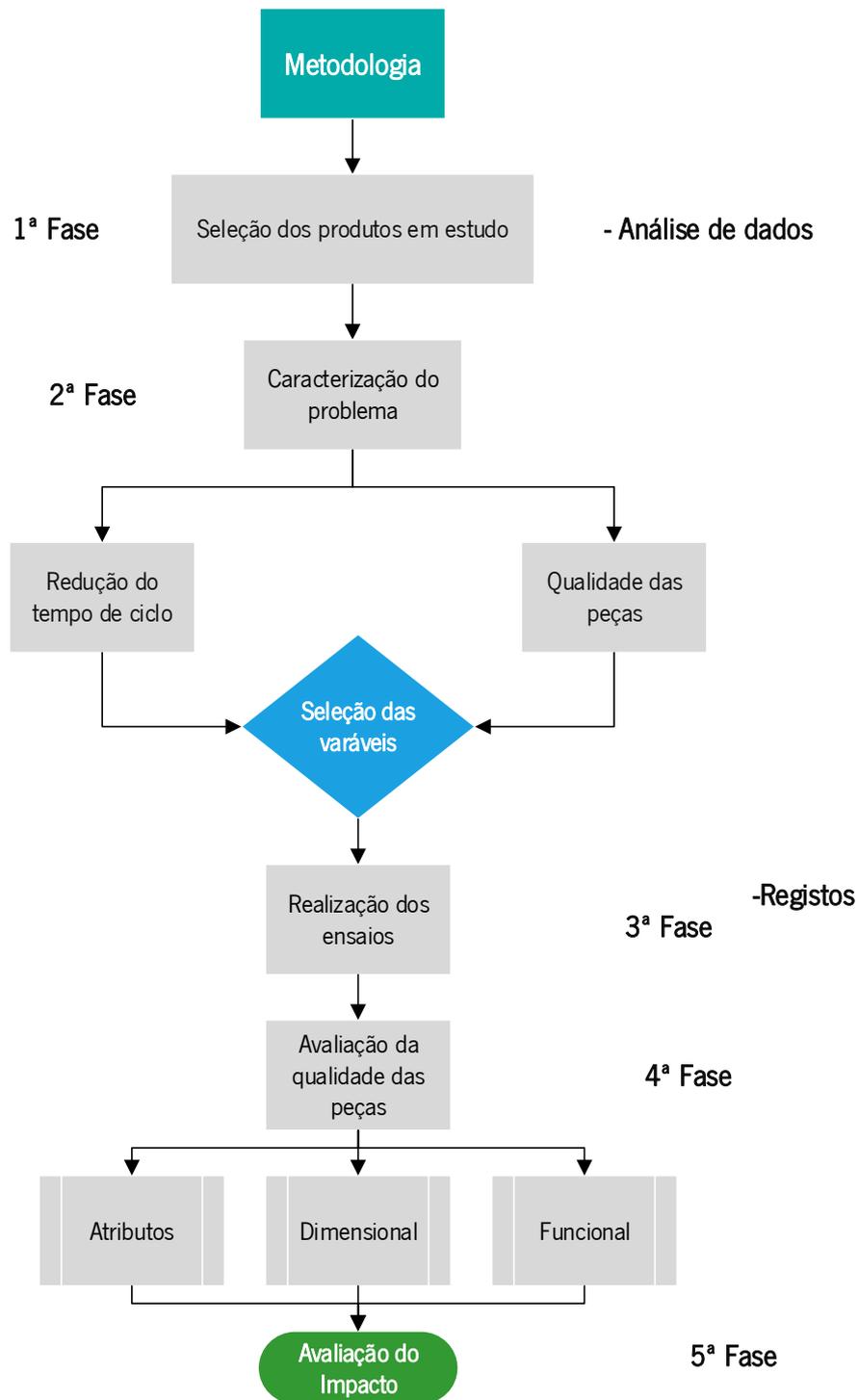


Figura 28-Fluxograma da metodologia abordada no capítulo 5

5.1.1. Seleção das peças em estudo

Na injeção, quanto menor for o tempo de ciclo mais moldações são produzidas. Assim, para uma empresa a redução do tempo de ciclo de um produto pode significar vantagem uma vez que se produz mais em menos tempo, ocorrendo também a desocupação da máquina de injeção.

Contudo é preciso ter em atenção a qualidade das peças, não adianta reduzir o tempo de produção de um produto se as peças apresentaram qualidade inferior causando retrabalhos ou refugo.

Para a otimização de um processo que tem como objetivo a redução do tempo de ciclo da peça é necessário realizar um estudo para definir os produtos que apresentam mais vantagens para a empresa. Na Figura 29 encontra-se um gráfico que apresenta os produtos mais produzidos no ano de 2016 em termos de ocupação das máquinas de injeção.

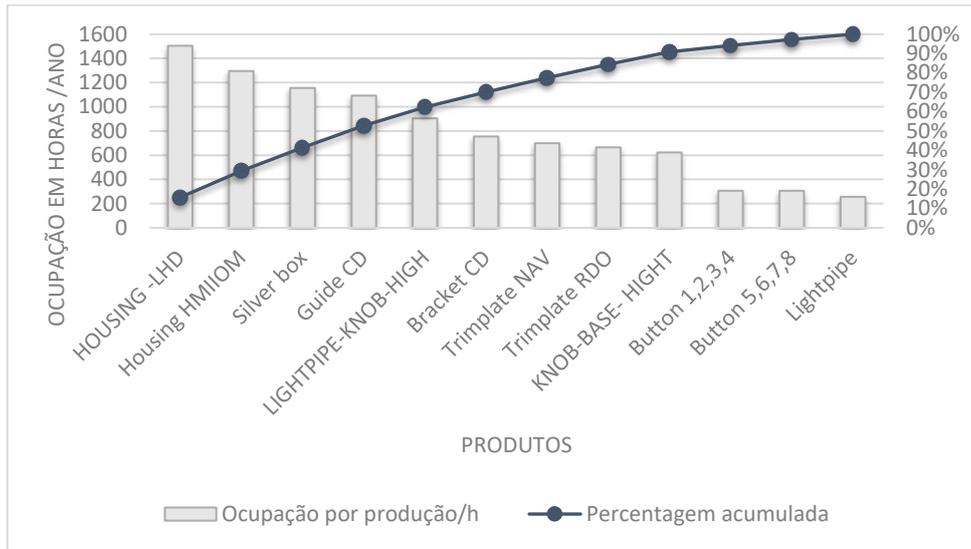


Figura 29- Produtos com maior ocupação de máquinas de injeção

Pela análise do gráfico anterior, optou-se que os produtos a aplicar este estudo seriam o “CD Guide” (Figura 30) e “Button 5,6,7,8” (Figura 31).

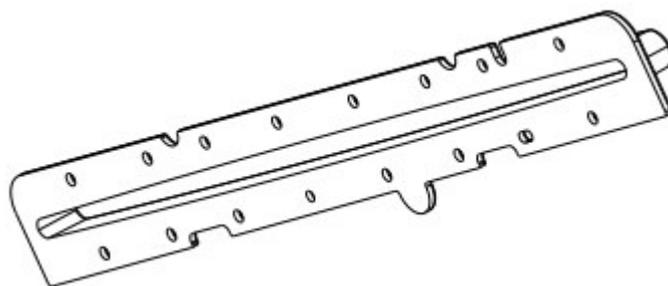


Figura 30- CD Guide



Figura 31- Botões Porsche 5,6,7,8

5.1.2. Caracterização do problema

O objetivo inicial desta parte do trabalho era apenas reduzir o tempo de ciclo das peças selecionadas para desta forma reduzir a ocupação das máquinas de injeção e demonstrar as reduções de custos que este efeito gerava.

Porém uma das peças selecionadas, o “CD Guide”, para além de ser um dos produtos mais produzido apresenta problemas de qualidade, no arranque e durante a sua produção, nomeadamente, falta de enchimento da peça (Figura 32). Em cada produção uma percentagem dos produtos obtidos eram para refugo sendo necessária uma maior atenção no embalamento das peças de forma a evitar que peças com defeito avancem para a montagem final.

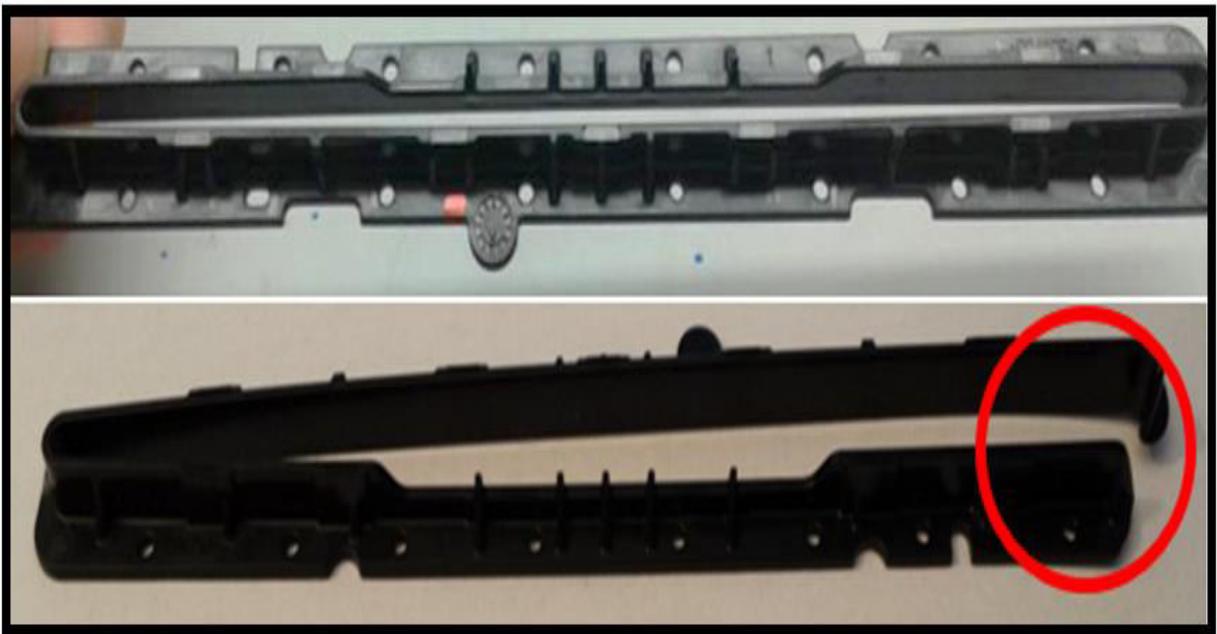


Figura 32-Peça “CD Guide” com falta de enchimento

Assim sendo, o objetivo é eliminar a falta de enchimento da peça e posteriormente tentar reduzir o tempo de ciclo alterando parâmetros que, à partida, não modificam a qualidade da peça. Na Figura 33 encontra-se o diagrama causa-efeito que visa a identificação da causa fundamental do defeito de forma a encontrar a decisão para a aplicação das medidas corretivas.

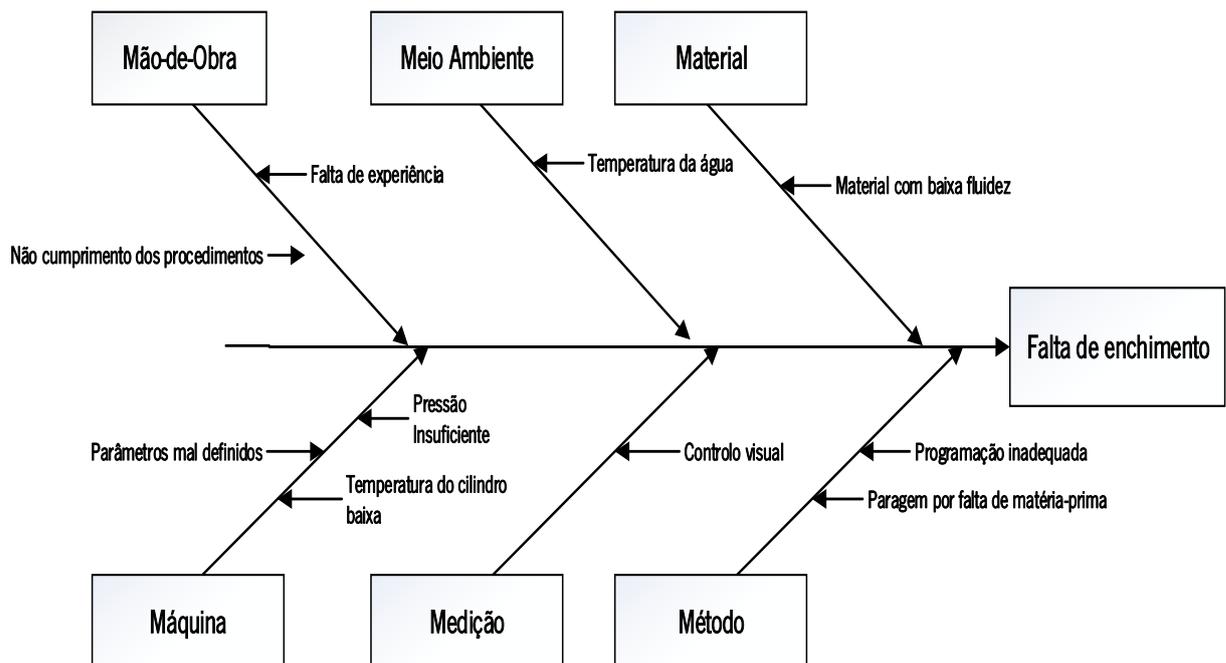


Figura 33-Diagrama causa-efeito "CD Guide"

Nas restantes peças seleccionadas para estudo o objetivo é somente a redução do tempo de ciclo.

5.1.3 Procedimento experimental

Para todas as peças em estudo com o objetivo da redução do tempo de ciclo é utilizado o procedimento interno da empresa, a partir do momento que se detete uma peça que seja suscetível a um estudo de redução do tempo de ciclo este é aplicado. Contendo os seguintes pontos:

- i. O responsável pela alteração fica encarregue de realizar os estudos e aplicar as modificações que achar necessárias, até que obtenha as condições ideais de processamento;
- ii. Uma vez obtidos os parâmetros que se considera definitivos, é retirado todo o material que é produzido durante os ensaios e são produzidas 300 peças com estas novas condições, que são as que vão ser utilizadas para validar a redução do tempo de ciclo.
- iii. Uma vez produzidas as 300 peça faz-se uma ficha de afinação provisória com os parâmetros utilizados e volta-se a colocar a máquina com os parâmetros originais para que continue a produção. Estas 300 peças são entregues na área da qualidade para serem avaliadas.
- iv. A qualidade tem que validar o estado das 300 peças de acordo com o plano de inspeção. O responsável pela qualidade decide se as peças são aprovadas.

- v. O objetivo das reduções dos tempos de ciclo está baseado na otimização dos movimentos que intervêm no processo de injeção. A alteração dos parâmetros deve ser sempre acompanhada por uma folha de registo otimização do ciclo de injeção (BRAG FOR 1190.03.0) (anexo 7).
- vi. Uma vez aceite a redução do tempo de ciclo, o responsável encarrega-se de atualizar todas as fichas de afinação existentes. Ao mesmo tempo faz alteração do tempo de ciclo no MasterData, para que as ordens de fabrico saiam com o mesmo tempo das fichas de afinação e comunica ao responsável da industrialização para que este possa alterar os planos de trabalho.

Dependendo do produto em estudo iniciaram-se os ensaios, alterando-se os seguintes parâmetros de injeção:

CD Guide MIB

De forma a corrigir a falta de enchimento da peça alterou-se os seguintes parâmetros:

-Temperatura do cilindro: aumentando a temperatura do cilindro o material flui melhor evitando a falta de enchimento da peça. Foi aumentando 5°C em cada zona do cilindro (Tabela 22).

Tabela 22- Alterações do perfil de temperaturas

Perfil de temperaturas (°C) (± 20°C)					
Bico (T808)	Cil.1 (T807)	Cil.2 (T806)	Cil.3(T805)	Cil.4 (T804)	Aliment. (T821)
285	280	275	270	265	40

↓

Perfil de temperaturas (°C) (± 20°C)					
Bico (T808)	Cil.1 (T807)	Cil.2 (T806)	Cil.3(T805)	Cil.4 (T804)	Aliment. (T821)
285	285	280	275	270	40

-Pressão de injeção: a pressão de injeção é um dos parâmetros que pode ter influência na falta de enchimento da peça. Assim sendo, aumentou-se a pressão de injeção (Tabela 23).

Tabela 23- Alteração da pressão de injeção

Pressão (bar) (± 15 %)	Pressão (bar) (± 15 %)
115	130

De forma a reduzir o tempo de ciclo do produto alterou-se os seguintes parâmetros (Tabela 24):

Tabela 24-Parâmetros de injeção alterados

Parâmetro de injeção	Valor anterior	Valor novo
Tempo de arrefecimento	13 s	12 s
Velocidade de abertura do molde	1ª - 40 mm/s 2ª - 250 mm/s 3ª - 150mm/s	1ª- 50 mm/s 2ª- 300 mm/s 3ª 200 mm/s
Velocidade de fecho do molde	1ª- 200 mm/s	1ª- 250 mm/s
Avanço da extração	1ª-25 mm 2ª- 120mm	1ª- 30 mm 2ª-150 mm
Recuo da extração	150 mm	250 mm
Tempo de ciclo	23,2s	21,4 s

Este ensaio foi realizado na máquina de injeção Arburg 630S-25000-800.

Botões Porsche 5,6,7,8

De forma a reduzir o tempo de ciclo dos botões Porsche alterou-se os parâmetros de injeção da Tabela 25, reduzindo-se 2,56 segundos por injeção.

Tabela 25-Parâmetros alterados para os botões Porsche 5,6,7,8

Parâmetro de injeção	Valor anterior	Valor novo
Tempo de arrefecimento	14 s	12 s
Velocidade de abertura do molde	1ª - 40 mm/s 2ª - 300 mm/s	1ª- 60 mm/s 2ª- 350 mm/s
Curso de abertura	1º- 6 mm 2º- 315 mm	1º- 4 mm 2º- 320 mm
Velocidade de fecho do molde	1º- 300 mm/s	1º- 350 mm/s
Recuo da extração	150 mm	250 mm
Tempo de ciclo	25,26 s	22,70 s

Este ensaio foi realizado na máquina de injeção Arburg 470S-800-170.

5.1.4. Validação das peças

Para a validação das peças produzidas com os parâmetros de injeção alterados recorreu-se às verificações internas da empresa: por atributos são verificados visualmente se as peças contêm algum defeito, para verificar as duas dimensões são realizados ppk's de forma a averiguar se o processo está capaz e por último é realizado o teste funcional durante o percurso de produção da peça.

CD Guide MIB

1. **Atributos:** para controlar o número de unidades não conformes encontradas na amostra retirada, analisou-se as 300 peças das 4 cavidades. Os atributos analisados encontram-se na Figura 34 . Não se detetou qualquer defeito visual nas peças.

Atributos avaliados
Deformações (chupos, amolgadelas, peças partidas)
Rebarbas
Falta de matéria
Queimados
Riscos, linhas de fluxo acentuadas, chupos, raiados e manchas
Gorduras
Sem marcas dos extratores
Verificar o datador
Verificar a cor correta da peça (preto)



Figura 34- Atributos avaliados para o "CD Guide"

2. **Dimensional:** é necessário realizar o teste dimensional pois a peça tem de cumprir as especificações uma vez que é colocada numa blenda. O controlo dimensional é apenas realizado ao comprimento da peça ($128,9 \pm 0,2$ mm), como se pode visualizar na Figura 35, utilizando-se um paquímetro digital de 300 mm Mitutoyo CD-30 DC. O molde é de quatro cavidades, assim sendo são medidas 30 peças de cada uma das cavidades realizando-se os ppks ("Process Performance Index") correspondentes (Figura 36). Os ppks das quatro cavidades (anexo 8) resultaram como capazes sendo possível validar as peças em estudo.



Figura 35-Medição "CD Guide" com paquímetro

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **CD GUIDE - MIB**
 Delphi part number: **3E+07**
 Customer part number: **0**
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **Máq.10**
 Tool number: **SREF!**
 Cavity number: **1**
 Characteristic: **Dimensional**
 Measurement equipment: **Paquímetro 300 mm**

Nominal value: **128,30**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **129,20**
 Lower limit: **128,60**
Desired PPK value: 1,67

result:
 Pp: **3,92**
 Ppk: **3,44**
result:
capable
capable
capable
 Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Arnaldo Gomes**
 Inspection date: **23/03/2016**
 Signature: _____

	Xa	S:
1	128,30 I.O.	
2	128,32 I.O.	
3	128,32 I.O.	
4	128,31 I.O.	
5	128,31 I.O.	1,10152
6	128,30 I.O.	
7	128,30 I.O.	
8	128,32 I.O.	
9	128,32 I.O.	
10	128,32 I.O.	1,10116
11	128,31 I.O.	
12	128,30 I.O.	
13	128,33 I.O.	
14	128,32 I.O.	
15	128,31 I.O.	1,10101
16	128,30 I.O.	
17	128,32 I.O.	
18	128,31 I.O.	
19	128,31 I.O.	
20	128,32 I.O.	1,10107
21	128,31 I.O.	
22	128,31 I.O.	
23	128,30 I.O.	
24	128,32 I.O.	
25	128,31 I.O.	1,10271
26	128,31 I.O.	
27	128,32 I.O.	
28	128,31 I.O.	
29	128,32 I.O.	
30	128,34 I.O.	1,10267

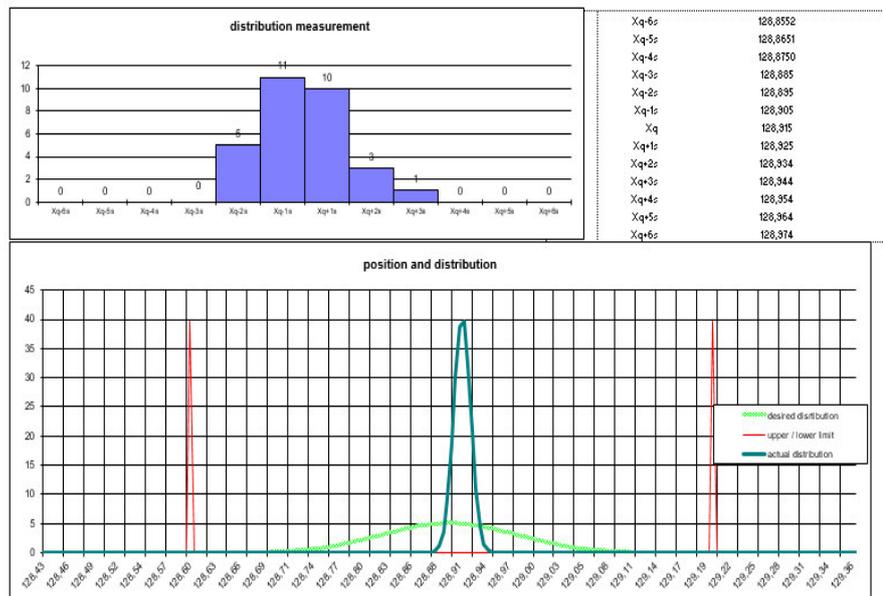


Figura 36-Exemplo de ppk "CD Guide" cavidade 1

3. **Funcional:** o "CD Guide" vai diretamente da injeção para a área de montagem. Assim sendo, o teste funcional é realizado apenas na zona de montagem, este passa por garantir que a peça tem as dimensões pressupostas e que fica colocada na posição correta. Como os testes funcionais encontram-se colocados na linha de montagem é mais fácil não perder a rastreabilidade das peças em estudo, contudo foram identificadas com etiquetas laranjas.

Injeção → Montagem

Figura 37-Percurso da peça "CD Guide"

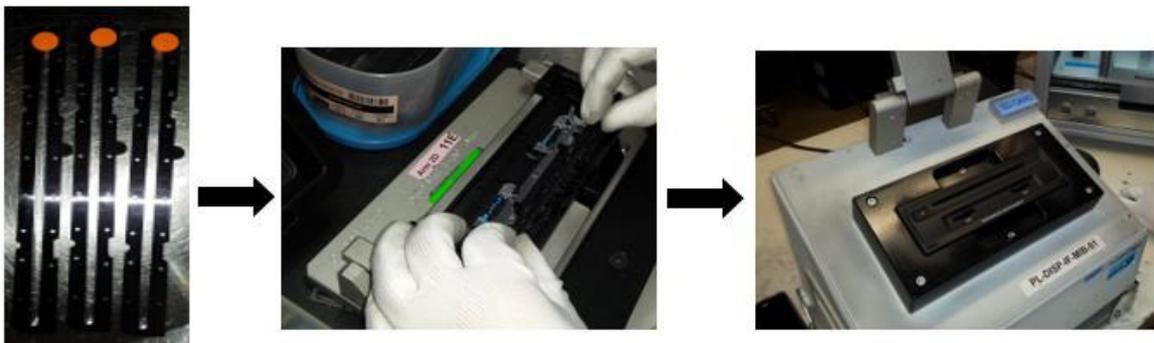


Figura 38-Testes funcionais à peça "CD Guide"

Depois de realizado o teste funcional às 300 peças de cada cavidade em estudo não se verificou qualquer problema de montagem na blenda do MIB.

Uma vez que as peças depois de submetidas aos testes não tiveram qualquer problema, os parâmetros alterados podem ser implementados.

Botões Porsche 5,6,7,8

- Atributos:** para controlar o número de unidades não conformes encontradas na amostra retirada, analisou-se as 300 peças das quatro cavidades, que corresponde a cada botão. Os atributos analisados encontram-se na Figura 39 . Após uma primeira análise não se detetou qualquer defeito visual nas peças.

Atributos avaliados
Rebarbas (atenção às cavidades das teclas)
Deformações (chupos, amolgadelas, peças partidas)
Falta de matéria
Queimados
Riscos, linhas de fluxo acentuadas, chupos, raiados e manchas
Gorduras
Sem marcas dos extratores
Verificar o datador (se aplicável)
Verificar a cor correta da peça (branco)
Verificar conformidade das zonas visíveis e de encaixe

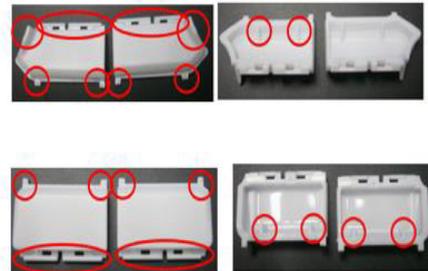


Figura 39-Atributos avaliados para os botões 5,6,7,8

- Dimensional:** pelo mesmo motivo da peça anterior é necessário realizar o teste dimensional. O controlo dimensional é efetuado em equipamentos diferentes dependendo do botão em questão: o botão 5 e 8 são controlados no micrómetro 150 mm já o botão 6 e 7 são controlados no micrómetro de 25 mm, como se pode visualizar na Figura 40. Para cada botão foi realizado um ppk, todos encontravam-se dentro dos limites mostrando que o processo se encontrava capaz (anexo 9).



Figura 40- Controlo dimensional dos botões 5,6,7,8

DELPHI

capability study with upper and lower lim

Part name: **Botão-5**
 Delphi part number: **000028421798**
 Customer part number: 0
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **Maq 8**
 Tool number: **28421798MF001**
 Cavity number: **1**
 Characteristic: **Comprimento**
 Measurement equipment: **Micrometro 150 mm**

Nominal value: **30,30**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **30,39**
 Lower limit: **30,21**
 Desired PPK value: **1,67**

result:
 Pp: **2,49** **capable**
 Ppk: **2,43** **capable**
result: **capable**

Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Armanda Gomes**
 Inspection date: **26/04/2016**

Signature: _____

	Xa	S:
1	30,31 I.O.	
2	30,30 I.O.	
3	30,31 I.O.	
4	30,30 I.O.	
5	30,30 I.O.	1,01453
6	30,29 I.O.	
7	30,29 I.O.	
8	30,31 I.O.	
9	30,30 I.O.	
10	30,31 I.O.	1,01823
11	30,30 I.O.	
12	30,30 I.O.	
13	30,30 I.O.	
14	30,28 I.O.	
15	30,31 I.O.	1,01554
16	30,27 I.O.	
17	30,30 I.O.	
18	30,30 I.O.	
19	30,30 I.O.	
20	30,29 I.O.	1,01191
21	30,30 I.O.	
22	30,31 I.O.	
23	30,29 I.O.	
24	30,31 I.O.	
25	30,31 I.O.	1,01781
26	30,30 I.O.	
27	30,27 I.O.	
28	30,29 I.O.	
29	30,33 I.O.	
30	30,33 I.O.	1,02219

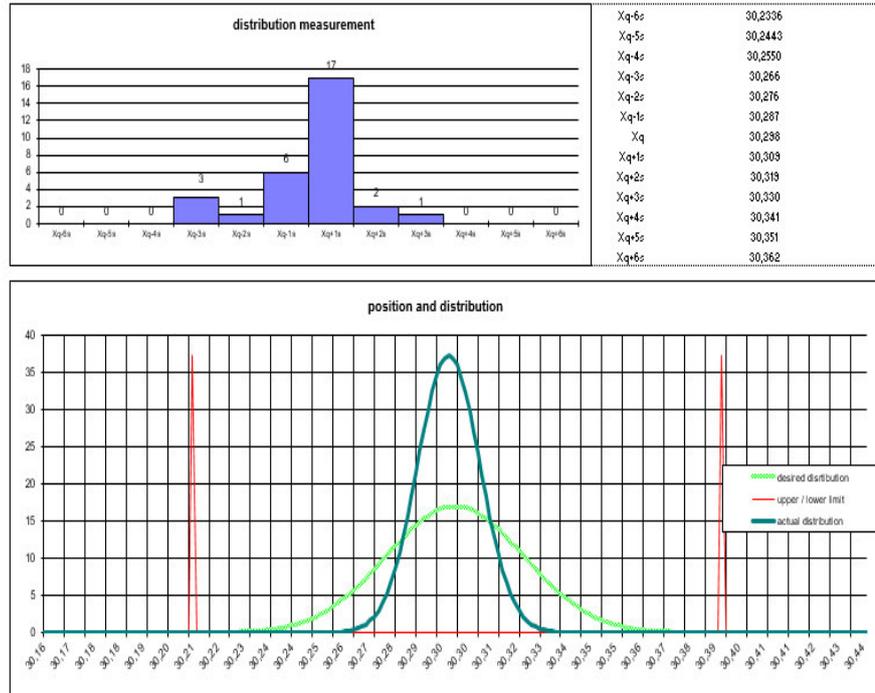
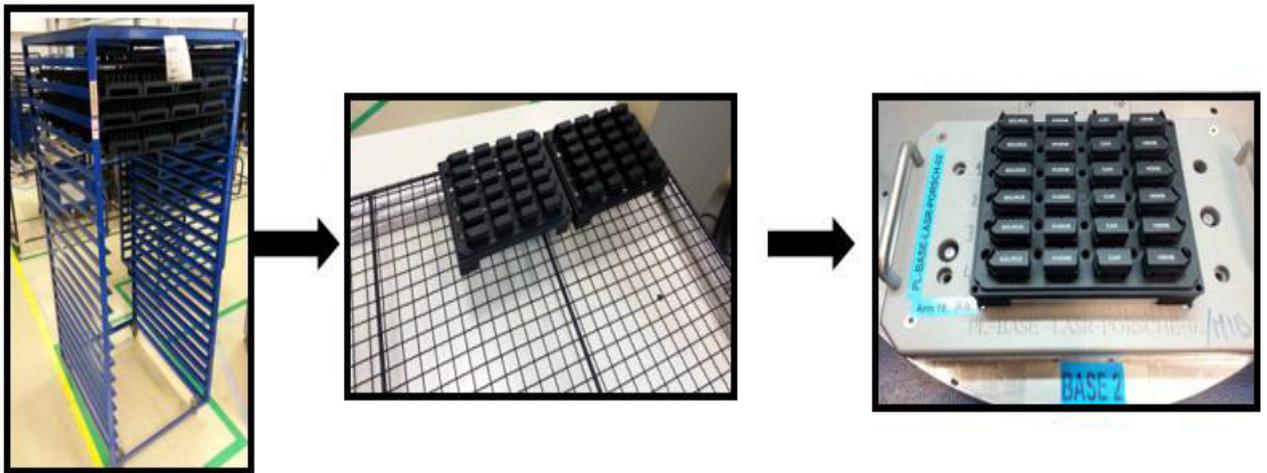


Figura 41-Exemplo de ppk "botão 5"

1. **Funcional:** o percurso dos botões 5,6,7,8 corresponde ao esquema da Figura 42. Depois de injetados são colocados em jigs para posteriormente serem pintados. O facto de serem colocados em jigs corresponde ao primeiro teste, onde o operador não detetou nenhuma dificuldade em encaixar os botões no suporte. Em seguida, são submetidos a laser onde foi avaliado a cor dos botões quando submetidos à remoção de tinta, estes apresentavam uma “cor normal”. O último teste é realizado na zona de montagem, é avaliado a dificuldade de montagem na blenda e a correta posição dos botões. Por fim, analisa-se se há fuga de luz ou se os botões apresentam laser amarelo. Todas as blendas analisadas passaram nos testes a que foram submetidas sendo marcadas de forma a serem facilmente identificadas caso ocorra algum problema no edificio 1 (Figura 43).

Injeção → Pintura → Laser → Montagem

Figura 42- Percurso dos botões 5,6,7,8



Testes finais

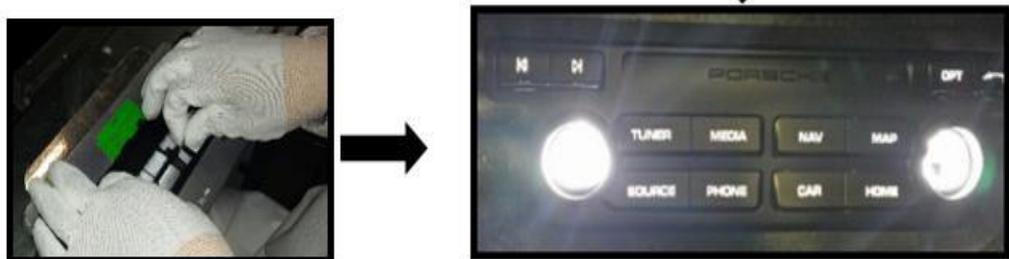


Figura 43-Testes funcionais aos botões 5,6,7,8

Verificou-se que é possível reduzir o tempo de ciclos a vários produtos produzidos na empresa sem afetar a qualidade das peças e a sua funcionalidade. Na Tabela 26 encontra-se resumidamente os testes de validação das peças em estudo.

Tabela 26-Resumo da validação dos produtos em estudo.

Peça	Tempo de ciclo reduzido (s)/peça	Teste por atributos	Teste dimensional	Teste funcional	Novo programa
"CD Guide"	0,45	Sim	Sim	Sim	Capaz
"Botões 5,6,7,8"	0,64	Sim	Sim	Sim	Capaz

5.1.5 Análise de custos

As vantagens de reduzir o tempo de ciclo dos produtos passam por aumentar a margem de lucro dos produtos, a desocupação das máquinas de injeção e, desta forma, abrir a possibilidade de ganhar novos projetos.

Como desvantagem tem-se a difícil rastreabilidade das peças na pintura, necessitando de marcar todos os jigs e posteriormente as blindas para evitar a mistura das peças de produção normal com as peças de teste.

A diminuição de custos associado ao estudo da redução do tempo ciclo das peças encontra-se na Tabela 27. Estes são alguns produtos que se decidiu implementar este estudo uma vez que são os mais produzidos e com grande amplitude para os próximos anos, sendo tomados como exemplos para a justificação da redução do tempo de ciclo dos produtos (esta justificação é apenas contabilizada para o momento, ou seja, para o ano de produção de 2016). É preciso ter como ponto mais importante a qualidade das peças, e só a partir deste se pode justificar a redução do tempo de ciclo.

Tabela 27- Custos reduzidos no tempo de ciclo

Produto	Máquina de injeção	Custo/s da máquina de injeção (€)	Custo reduzido/ano (€)
CD Guide	PL-MOLD 010	0,0017	563
Porsche 5,6,7,8	PL-MOLD 008	0,0015	154

5.2. Alteração de Changeover

A segunda parte deste capítulo é a alteração do changeover é composta por três fases distintas:

- 1) Identificação do problema e das tarefas com maior impacto no tempo de changeover;
- 2) Discussão das alterações;
- 3) Análise de custos

A primeira fase consiste na identificação do problema e das tarefas que representam mais trabalho e tempo na troca do molde para o técnico de injeção e assim incluir melhorias sobre as mesmas. Para isso, foi realizado e filmado um *changeover* teste e posteriormente discutido.

A segunda parte é a discutir as alterações em ambiente *kaizen*, ou seja, depois de identificadas as tarefas possíveis de alteração, propor melhorias e alternativas ao *changeover* atual.

Por último, foi realizada uma avaliação ao impacto que as alterações implicariam a nível funcional e ergonómico e posteriormente ao nível de redução de custos.

5.2.1. Identificação do problema

Como dito anteriormente, há vários tipos de *changeover* dependendo do tipo de máquina de injeção ou do molde. Os procedimentos utilizados foram realizados através de um membro externo que otimizou ao máximo os tempos de *changeover* definindo desta forma um tempo padrão. Contudo, este tempo padrão nem sempre é conseguido, necessitando-se que se identifique as tarefas que afetam este não cumprimento.

O objetivo passa por tornar os 107,1% de target (média de 21,4 minutos) de todos os tipos de *changeover* para os 100 %, aproximadamente 20 minutos (Tabela 28). Mensalmente são realizados cerca de 150 *changeover's*, contudo nem sempre ocorre os mesmos problemas.

Tabela 28-Todos os tipos de CO -Tempo vs. Target

Tipo	Tempo (s)	Target (s)	%
Todos	4210	3931,2	107,1%
1	308	239	128,9%
2	1453	1435,8	101,2%
3	558	530,2	105,2%
4	1843	1670,2	110,3%

Assim sendo, foi avaliado durante o mês de abril as principais causas que afetam os quatro tipos de *changeover* (Tabela 29).

Tabela 29- Principais causas que afetam o *changeover*

Causas	Tempo (s)	%
Troca de calços	146,3	27,3%
Limpeza da tremonha	32,7	6,1%
Substituir mangueira	9,1	1,7%
Fazer mangueira	3	0,6%
Ajuste de dispositivo de robot	61,6	11,5%
Mudar perno de extração	0	0,0%
Limpeza da unidade de injeção	145,7	27,2%
Mudar prensa de corte	47	8,8%
Parafuso moído na placa da maquina	0	0,0%
Desencravar peça	11	2,1%
Falha de aquecimento no molde	15	2,8%
Aguarda aquecimento do molde	64	12,0%

5.2.2. Implementação de alterações

Na secção de injeção as máquinas de injeção encontram-se distribuídas por tonelagem. A máquina de injeção 10 (Arburg 470S-800-170) encontra-se como sendo aquela que trabalha com moldes de vários tamanhos. Assim sendo, esta máquina de injeção será alvo de estudo como exemplo para as outras máquinas que funcionam da mesma forma. As melhorias de alvo de estudo foram:

1. **Troca de calços:** o facto da máquina 10 ser uma máquina intermédia onde são colocados moldes provenientes de máquinas mais pequenas ou moldes médios das máquinas maiores. É necessário retirar os quatro calços (Figura 44) e voltar a colocados para adaptação a todos os tamanhos dos moldes. Como alternativa o objetivo é colocar na máquina de injeção placas que permitam o ajuste dos calços, sem os retirar. Para isto, é necessário o investimento na compra das placas.

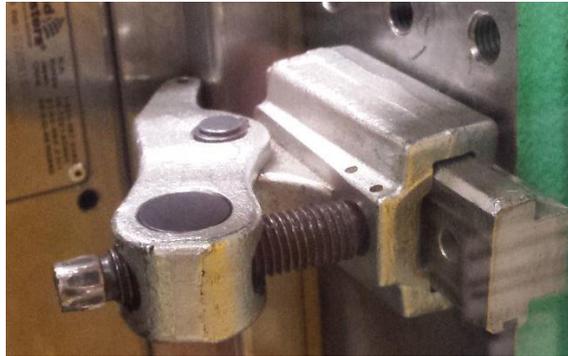


Figura 44- Calços

2. **Colocação de mangueiras:** em relação, à colocação das mangueiras colocou-se pontes para evitar a colocação de todas as mangueiras necessárias (Figura 45).

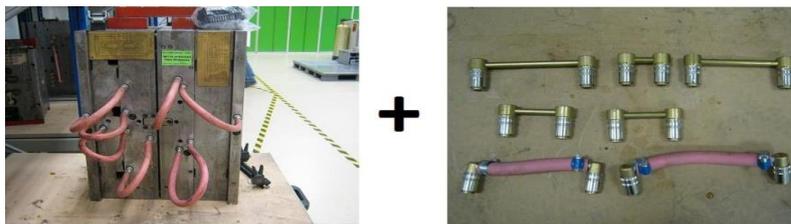


Figura 45-Exemplo de um molde com pontes

Assim sendo foi realizado o teste de *changeover* com o molde do Trimplate RDO com as seguintes dimensões 50x44x42,5 cm como sendo um exemplo para a importância do pré-aquecimento do molde na redução do tempo de espera da máquina de injeção. O procedimento foi o seguinte:

1. Preparação do equipamento de pré-aquecimento do molde: um carrinho com um regulador multi-zonal Z1293/12/16 Hasco para o aquecimento até 100°C do canal quente e um termorregulador Piovan TW9 para o aquecimento das águas até 90°C.
2. Colocação das ligações ao molde em estudo e início do ensaio.
3. Registo de tempos até atingir os valores definidos.
4. Desligar o equipamento e retirar a água dentro do molde
5. Realizar o *changeover* do molde e registo de tempos.



Figura 47-Equipamento do pré-aquecimento do molde

Os tempos registados encontram-se na Figura 48 com o pré-aquecimento do molde é amortizado o tempo de pré-aquecimento não sendo necessário que a máquina de injeção fique em espera até

atingir os 110 °C específicos deste molde, poupando-se por isso 6 minutos de changeover (neste caso específico).

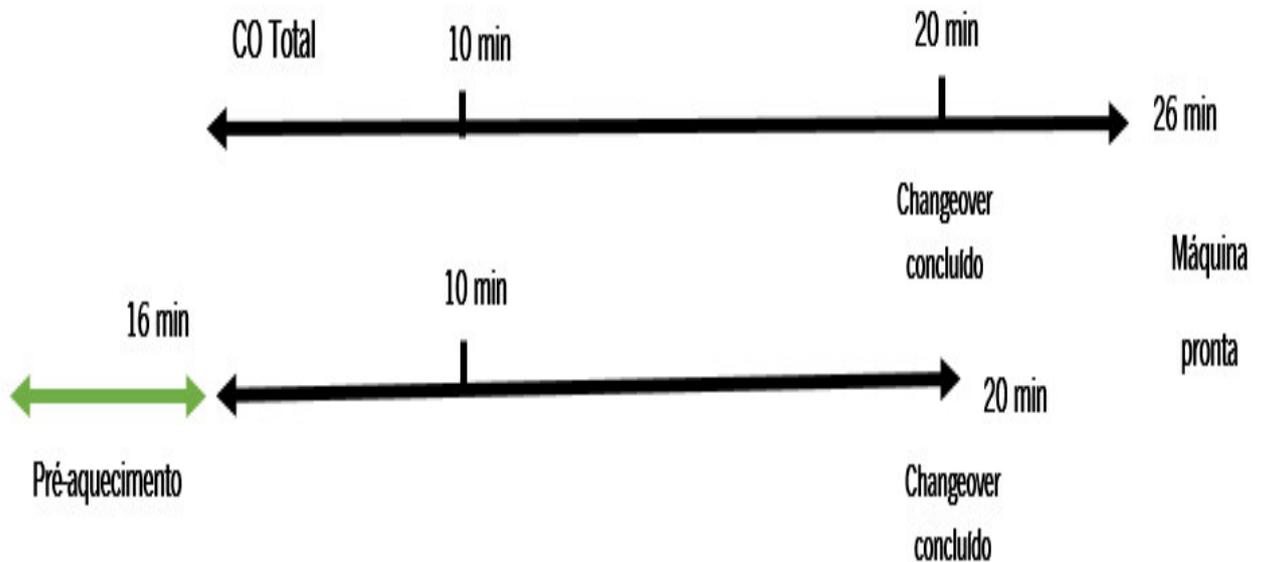


Figura 48-Tempos de pré-aquecimento

5.2.3. Análise de custos

Para a implementação de melhorias no *changeover*, aplicou-se casos de estudo chegando-se aos seguintes resultados:

- Redução de 6 minutos 34 segundos sobre o tempo de CO por não mudar a posição calços;
- Há uma redução de tempo quando o número de mangueiras a colocar é menor;
- 6 minutos de poupança se molde é pré- aquecido (20 min de pré-aquecimento em vez dos 26 min sem o pré-aquecimento)

Sabendo-se que nem sempre surgem os mesmos problemas em todos os changeover, aproveitou-se os registos efetuados no mês de abril, efetuou-se umas estimativas de redução de custos.

Tabela 30 -registos de problemas de changeover em abril

Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Calços	3	2			2						1	1	1	1		1	2				1	1			3	1	1	1		
Mangueiras	1												1				1													
Pré-aquecimento	1			1	2			2			3						1								1					

Globalizando os casos estudados para os restantes moldes e máquinas de injeção, tendo como base o mês de abril, é possível uma redução aproximada de 841,56 euros por ano. Claro que esta

diminuição depende dos investimentos aplicados tanto nas placas que substituem os grampos como pontes para a substituição de mangueiras (Tabela 31).

Tabela 31-Reduções de custos no changeover

Tarefa	Repetibilidade	Redução/CO (min)	Redução total(h)/mês	Redução €/mês	Redução aproximada €/ano
Calços	22	06:34	2:24:28	46,8	561,6
Mangueiras	3	01:00	00:03:00	1,33	15,96
Pré-aquecimento	11	06:00	01:06:00	22	264
Total			03:33:28	70,13	841,56

Capítulo 6- Redução de desperdícios (material)

Com a competitividade que o mercado apresenta é crucial o processo de estimativa de custo inicial de um produto ou de um projeto. É através do levantamento de custos (Figura 49) que se defini se o projeto irá seguir continuidade, se será realizada alguma revisão na concepção inicial ou se simplesmente será cancelado devido a falta de atratividade, alto custo ou baixo retorno de investimento.



Figura 49-Desenvolvimento de uma peça plástica (MAZZA & CAIRES, 2014)

A aplicação de softwares de simulações, como o *Autodesk Simulation Moldflow*, numa etapa prematura do desenvolvimento de um produto pode ajudar a prever possíveis problemas e auxiliar nas tomadas de decisões, tornando-as mais precisas e rápidas.

Assim sendo é fundamental no início de cada projeto prever todas as vertentes envolvidas (produto, material, transformação e ferramenta), evitar ineficiências nas mesmas, como um molde mal estimado, pode evitar custos desnecessários em atualizações ou alterações que podiam ter sido previstas no projeto inicial.

O objetivo deste estudo é compreender qual a vantagem de alterar o sistema de alimentação de um molde de canais frios para de canais quentes, evitando assim desperdício de material porém implicando a alteração do molde para um sistema com custos envolventes, compreendendo-se o porquê da opção do desenvolvimento do molde desta forma.

O produto em estudo é o “Button eject MIB” (Figura 50), um dos componentes para a blenda que integra o autorrádio da marca Volkswagen. Na Tabela 32 encontra-se algumas características associadas à peça.

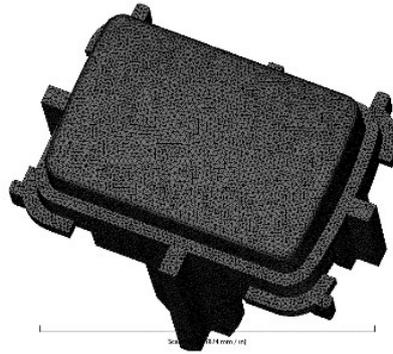


Figura 50-Botão eject MIB

Tabela 32- Características da peça em estudo

Descrição	Referência	Tool type	Cavidades	Matéria-prima	Acabamento
Button eject, Blank	28486899	1K	4	Sitralon PC	Pintura + Laser

Esta escolha passa pelo facto de quando desenvolvido não foi considerado todas as possibilidades na elaboração do molde ao contrário do que acontece atualmente que é ponderado todas as hipóteses no início do desenvolvimento de um novo produto tendo como objetivo o menor custo de produção.

O molde atual é de quatro cavidades, canais frios, de ataque submarino, refrigerado a água e com extração simples. Na Figura 51 encontra-se um esquema referente ao layout do molde e ao jito das peças.

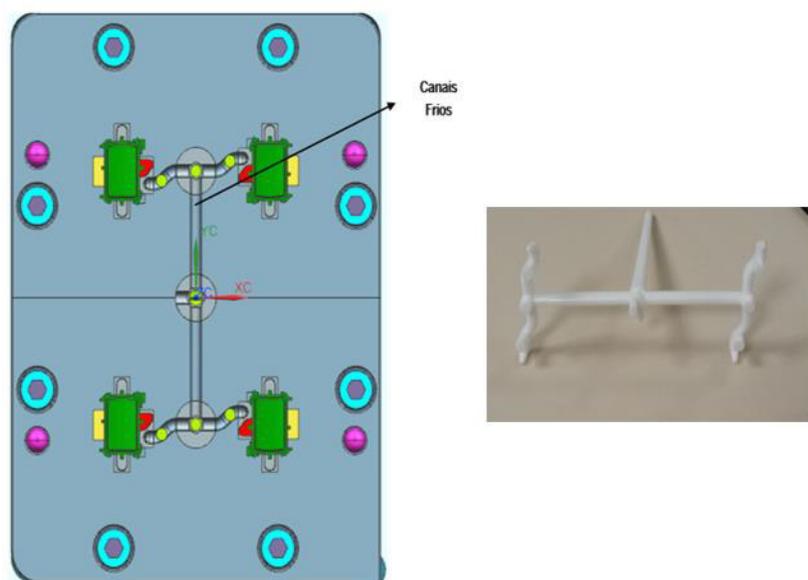


Figura 51-Esquema da configuração do molde; jito.

6.1. Análise *Moldflow*

Para a realização do estudo no *Moldflow* inseriu-se os dados que se encontram na Figura 52, sendo os que se utilizam atualmente no processo de injeção. Os resultados obtidos comparam o tempo de enchimento, a pressão, a temperatura de frente de fluxo e o volume de material utilizado no molde de canais frios com o de canais quentes.

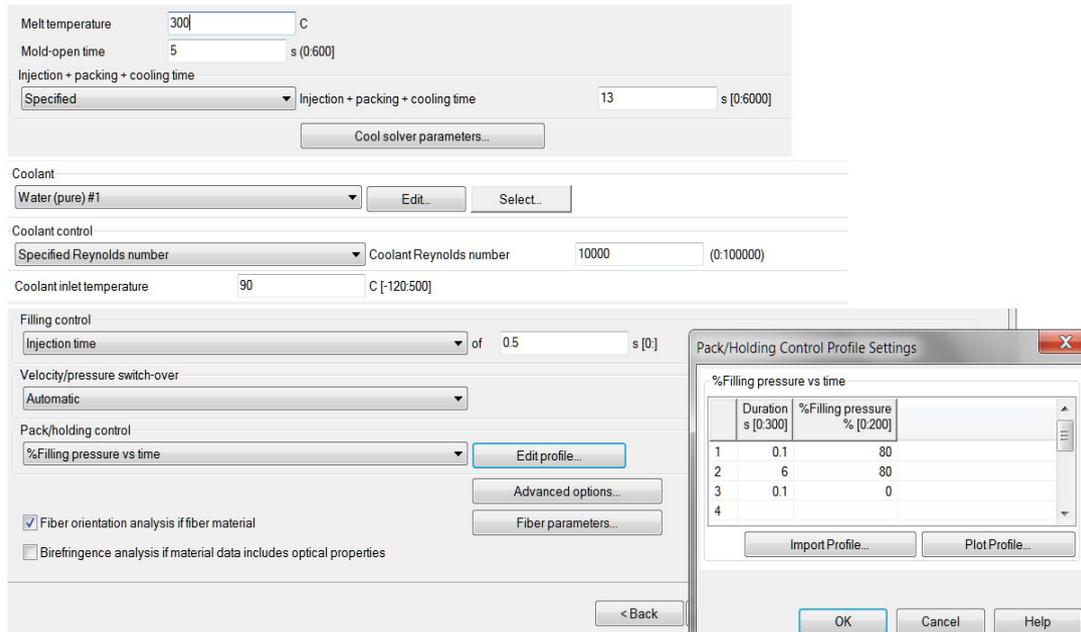


Figura 52- Dados utilizados no Moldflow

Tempo de enchimento: cerca de 0,5 segundos para ambos os casos.

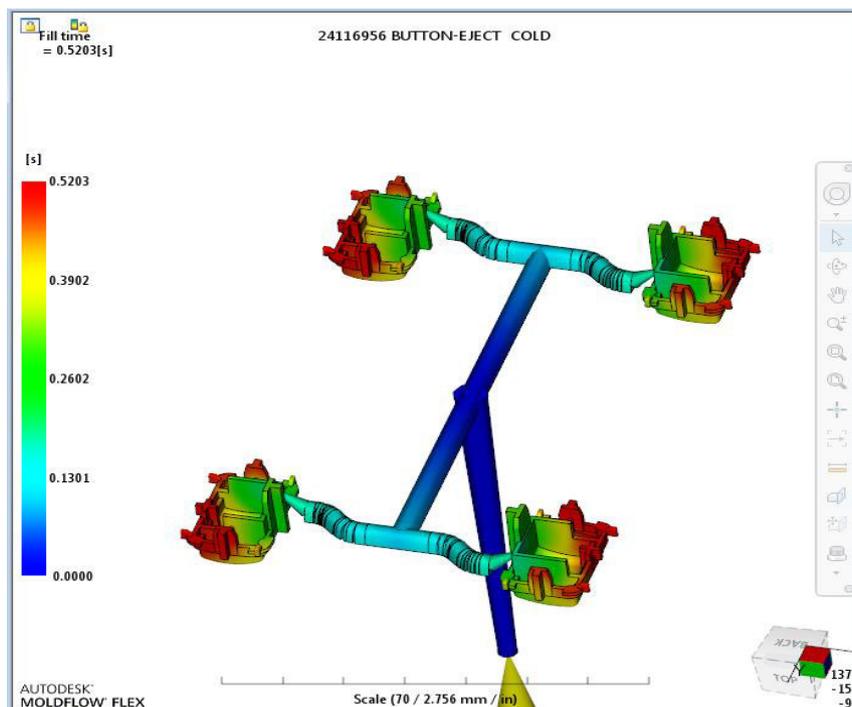


Figura 53-Simulação do tempo de enchimento (canais frios)

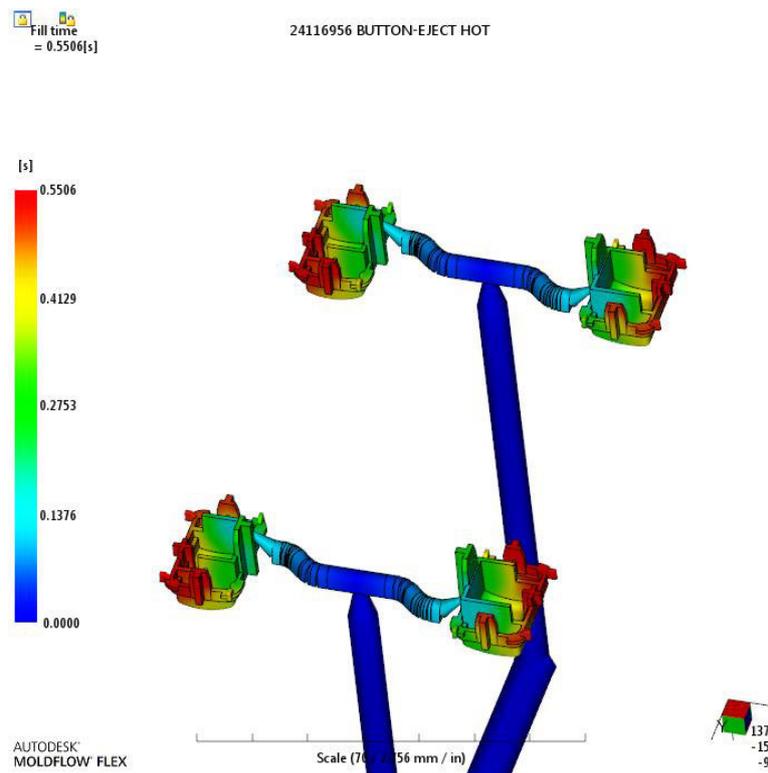


Figura 54-Simulação do tempo de enchimento (canais quentes)

Pressão: redução de cerca de 38% da pressão de injeção no caso do sistema de canais quentes.

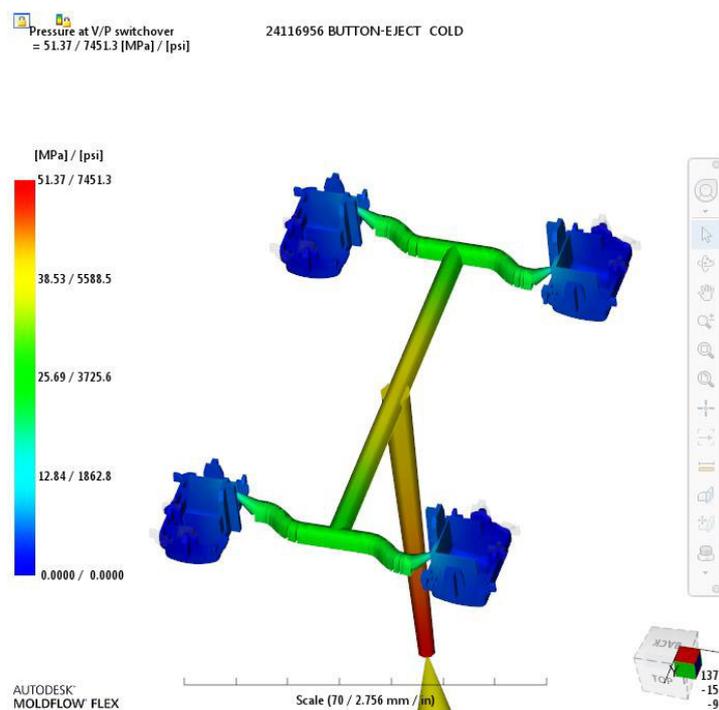


Figura 55-Simulação pressão (canais frios)

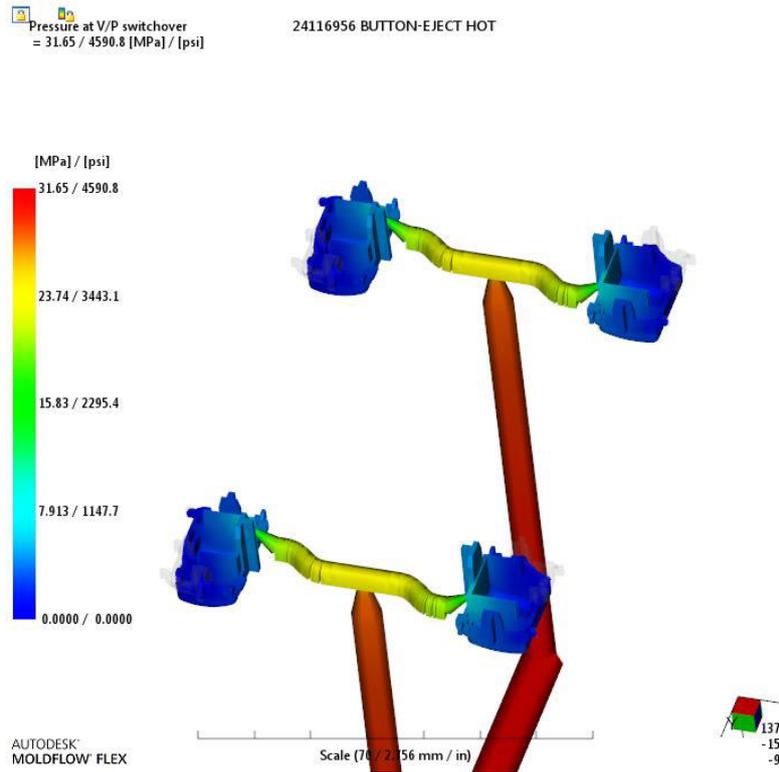


Figura 56-Simulação pressão (canais quentes)

Temperatura de frente de fluxo: a temperatura em ambos os casos é praticamente a mesma.

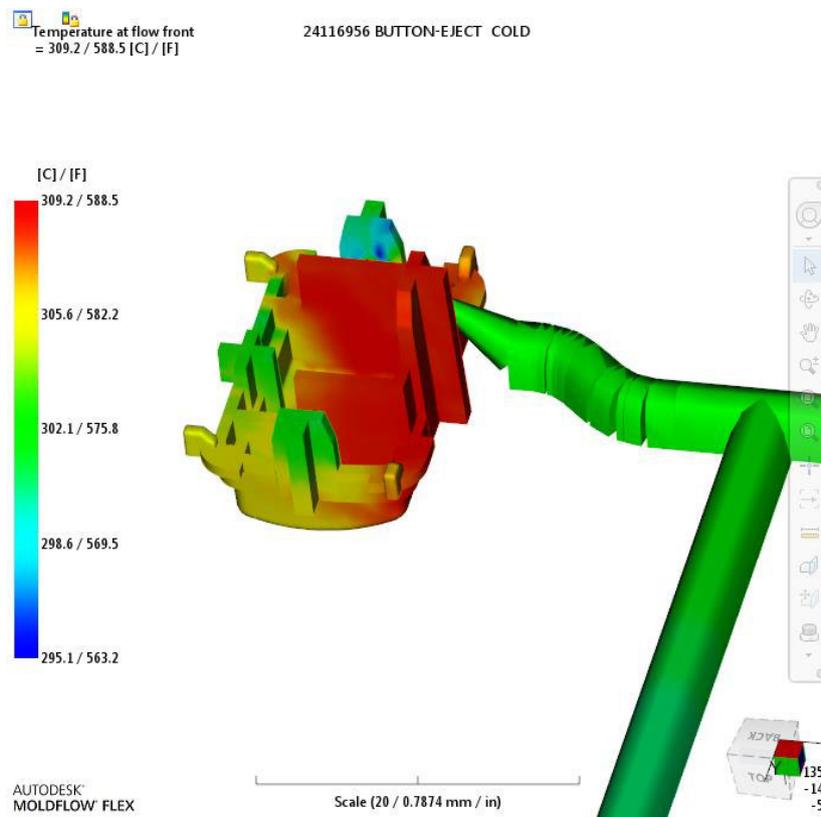


Figura 57-Simulação da temperatura de frente de fluxo (canais frios)

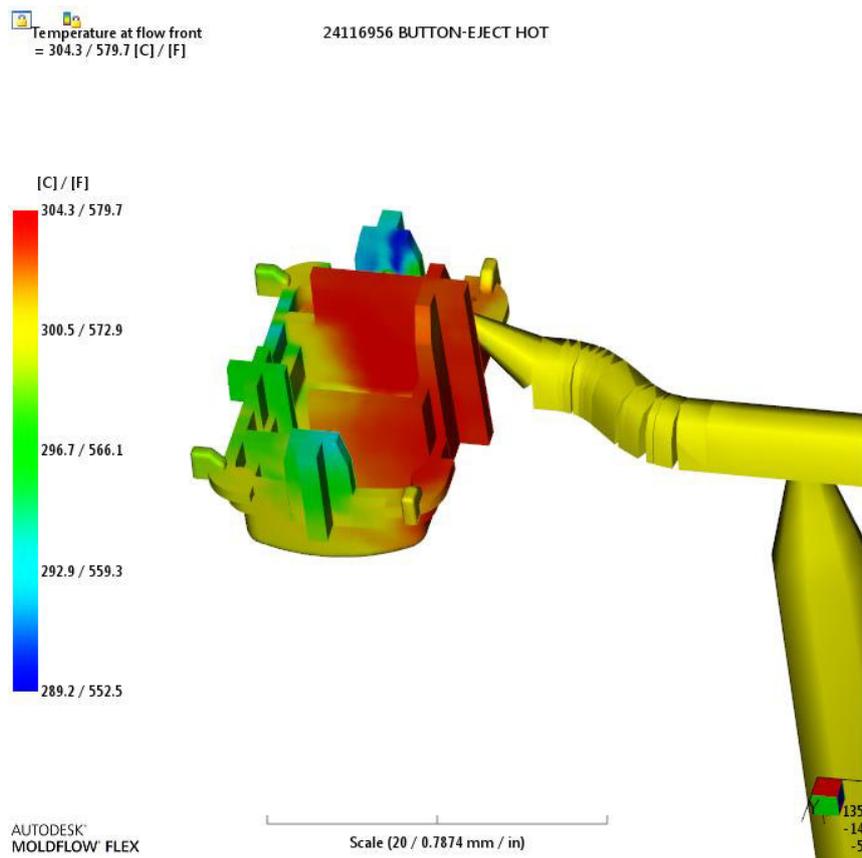


Figura 58-Simulação da temperatura da frente de fluxo (canais quentes)

Volumes: comparado os volumes necessários nota-se uma redução no *scrap* de cerca de 50 % com a alteração para canais quentes (Tabela 33).

Tabela 33-Volume de material utilizado

	Canais frios (cm³)	Canais quentes (cm³)
Volume para injeção da peça	3,43	3,43
Volume do Jito/canais	1,76	0,88
Volume total de injeção	5,18	4,31

Através da análise anterior, conclui-se que com um sistema de canais quentes apresenta algumas vantagens poupa-se cerca de 50% em *scrap* e ocorre uma redução da pressão de injeção, o que significa uma diminuição de tensões na peça.

6.2. Análise de custos

Depois de realizadas as simulações que visam as vantagens de trocar o sistema de alimentação de canais frios para canais quentes, é necessário realizar um *business case* que autentica esta alteração a nível de investimento e retorno do mesmo.

Resumidamente na Tabela 34 encontra-se as vantagens e desvantagens de cada sistema de alimentação implementado nos moldes (canais frios vs. Canais quentes):

Tabela 34-Vantagens e desvantagens Canais quentes vs. Canais frios

	Canais quentes	Canais frios
Vantagens	Redução do consumo de material;	Custo do molde mais baixo
	Menores pressões de injeção e dosagem;	
	Redução ou eliminação das operações de acabamento (corte do jito);	
Desvantagens	Custo do molde mais elevado	Maior consumo de material;
		Geração de maiores pressões de injeção;

De forma a avaliar a redução da quantidade de matéria-prima utilizada, comparou-se o que a situação atual com o molde equipado com canais frios (Tabela 35). Dividiu-se e pesou-se o jito produzido (Figura 59).

Tabela 35- Dados sobre a peça 28486899

Dados atuais					
Peça	28486899		Mês	Ano	Total
Matéria-prima	Sitralon PC	Volume previsto (unidades)	97433	1169196	5845980
Peso da moldação (g)	1,06	Custo de matéria-prima(kg)	8,75	Custo por peça (€)	0,01
Nº de Cavidades molde	4	Tempo de vida molde (anos)	5	Custo total (€)	54 323

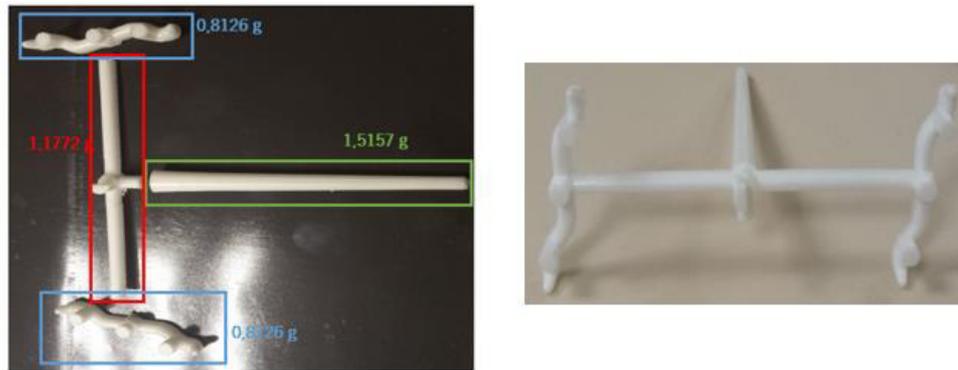


Figura 59-Jito

Como se pode verificar na Tabela 36, atualmente o custo por injeção ronda os 0,08 euros, sendo que cerca de 0,04 euros é correspondente ao jito, ou seja, à parte que é desperdiçada na produção. Na Figura 60 encontra-se distribuída a percentagem que corresponde as quatro peças (49%) e ao jito (51%) do matéria-prima utilizada em cada injeção.

Tabela 36- Custos atuais de produção

Canais frios		Custo de implementação (€)		0	
Peso total das 4 peças (g)	4,25	Custo por injeção (€)	0,08	Peso total (peça+canal+jito) (g)	8,57
Jito (g)	1,52	Custo canal+jito (€)	0,04	% de jito total	50,41
Canal (g)	2,80	Custo canal+jito no tempo de vida do molde (€)	55 220,21	Poupança (€)	0

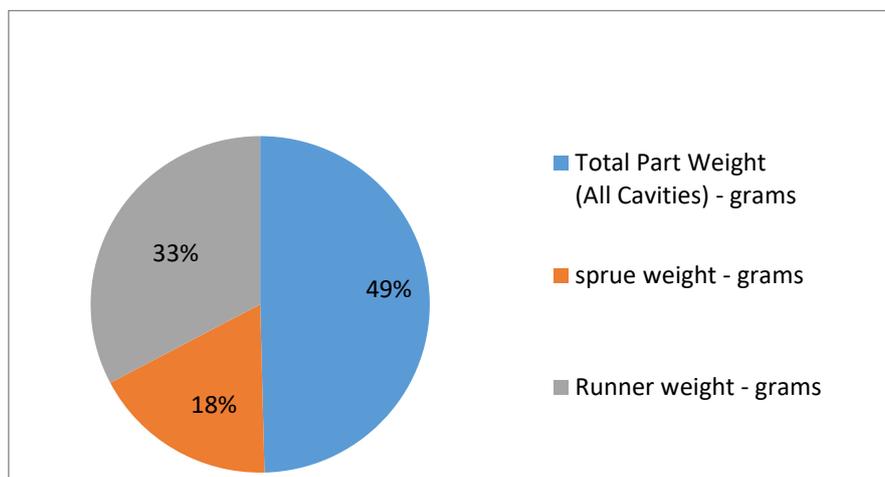


Figura 60- Distribuição do material por injeção

Quando se opta pela alteração para canais quentes é necessário um investimento de implementação de cerca de 3 500 euros. Há então uma redução no custo por injeção que ronda os 0,06 euros uma vez que há redução do scrap. Como se pode visualizar na Figura 61 a percentagem de scrap reduz-se para 40 %, passando as quatro peças a representarem os 60 %.

Assim sendo, há uma redução de custos adaptando este sistema de cerca de 15 882,89 euros.

Tabela 37-Custos com a alteração para canais quentes

Canal quente (1 bico)		Custo de implementação (€)		3 500	
Peso total das 4 peças (g)	4,25	Custo por injeção (€)	0,06	Peso total (peça+canal+jito) (g)	7,05
Jito (g)	0	Custo canal+jito (€)	0,02	% de jito total	39,75
Canal (g)	2,80	Custo canal+jito no tempo de vida do molde (€)	35 837,32	Poupança (€)	15 882

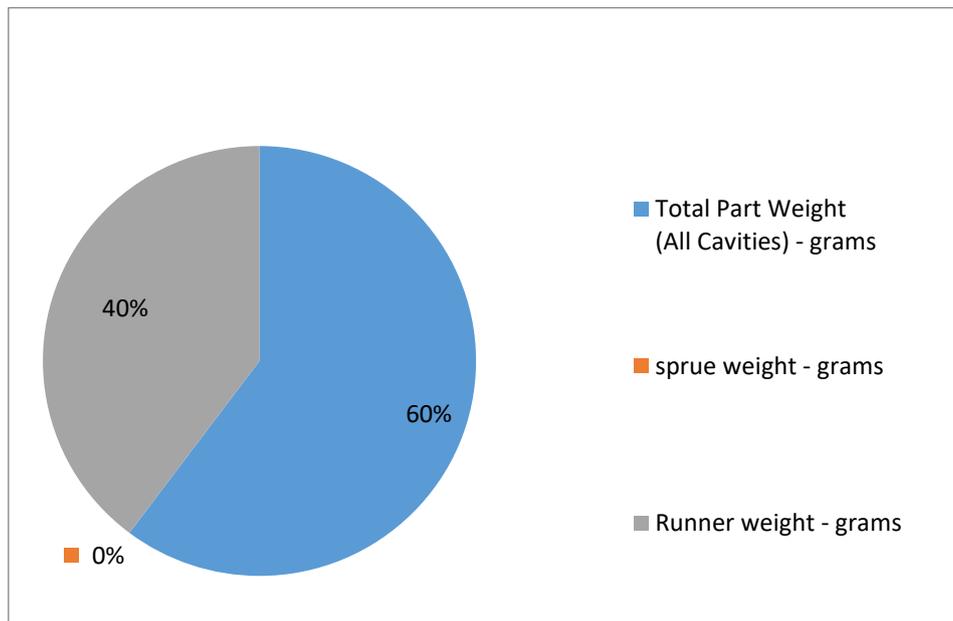


Figura 61-Distribuição da percentagem de material com canais quente

Capítulo 7- Conclusão

Esta dissertação de mestrado traçou como objetivo principal sugerir melhorias para aplicação na área de injeção de forma a reduzir custos de produção sempre como princípio não alterar a qualidade dos produtos. Com o estado atual da competitividade da indústria automóvel é imprescindível que as empresas se reestruem e se reorganizem com aposta na introdução de melhorias e inovações que visam não só uma maior competitividade de mercado, mas consequentemente, um maior e mais rápido retorno dos seus investimentos.

Assim sendo, no início deste projeto foi realizado um diagnóstico à área em estudo tendo-se observado alguns pontos de melhoria com o objetivo de reduzir custos e aumentar o lucro dos produtos produzidos na injeção.

De uma perspetiva de otimização tanto no processo como na melhoria das condições de trabalho dos operadores, realizou-se um estudo sobre a implementação de um sistema de alimentação centralizado para as máquinas de injeção sendo uma alternativa à forma de carregamento realizado atualmente: onde os operadores carregam manualmente os sacos de matéria-prima para alimentar as estufas. Realizou-se um levantamento de todos os dados necessários para comparar o que acontece atualmente com a instalação do equipamento. Chegou-se à conclusão que o investimento é muito elevado para a centralização completa das quatro matérias-primas pois o *payback* é de cerca de 9 anos, sendo necessária uma produção nove vezes maior do que a atual, o que não é possível para este número de máquinas de injeção. Assim sendo, procurou-se uma alternativa que visa o início da implementação do sistema de alimentação centralizado para um número mais reduzido de máquinas de injeção e de matérias-primas. Neste caso, o valor de investimento é menor (20 452, 00 euros). Apesar de não ser possível amortizar o investimento num prazo de apenas um ano há muitas vantagens na implementação do sistema de alimentação centralizado: um aumento da ergonomia no trabalho, uma redução dos riscos de contaminação de material, uma diminuição de embalagens de transporte da matéria-prima, entre outras. Infelizmente, não é possível traduzir as vantagens anteriores em valores monetários não entrando estes, por isso, na justificação do investimento. Contudo, a proposta 2 apresenta-se como uma solução vantajosa num processo inicial de inovação neste campo, sendo que o conceito se mantém em relação à proposta 1 e traz os benefícios anteriormente mencionados.

Outro ponto em estudo foi a redução do tempo de ciclo, com dois exemplos diferentes (CD Guide e botões 5,6,7,8). Este estudo mostrou-se viável pois permitiu provar que é possível reduzir o

tempo de ciclo dos produtos de forma a ter maior lucro e a contribuir com desocupação das máquinas de injeção, sem afetar a qualidade das peças. A maior dificuldade passa por identificar os produtos que tem potencial para aplicar este tipo de estudo e posteriormente aplicar os testes de qualidade da fábrica às peças. Para estes é necessário a colaboração de todos os setores de forma a não perder a rastreabilidade das mesmas (especialmente na pintura).

Em relação ao changeover, este já se encontrava bem definido na empresa, sendo por isso mais complicado encontrar pontos de melhoria. Contudo, conclui-se que com algum investimento nas máquinas que funcionam com moldes de vários tamanhos é possível reduzir o tempo de changeover, e atingir não só uma redução de custos como uma maior margem no planeamento de produção. Para o pré-aquecimento dos moldes, além das vantagens que este apresenta na qualidade das peças, provou-se que é vantajoso proceder à utilização do mesmo, uma vez que há o equipamento disponível e este proporciona uma redução do tempo de espera das máquinas de injeção.

Por fim, provou-se que um estudo do levantamento de custos dependendo do tipo de molde elaborado pode evitar desperdícios e uma maior margem de lucro das peças caso este seja realizado no início de um projeto. Com o exemplo do molde dos botões “eject MIB”, devido ao seu grande volume de produção, ficou provado que este quando submetido a alterações pode apresentar poupanças de cerca de 16 mil euros. Contudo, o custo de manutenção de moldes de canais quentes é mais elevado do que de canais frios, mas nada significativo quando se compara com o valor poupado.

De uma forma geral, os objetivos traçados no início da elaboração desta dissertação foram alcançados, sendo provado que com ou sem algum investimento financeiro é possível alcançar reduções de custos que atualmente são desperdiçados sem se dar grande importância. Para o futuro aconselhava a alargar os estudos que apresentassem interesse para a empresa.

Referências

- ALMOMANI, M., ALADEEMY, M., ABDELHADI, A., & MUMANI, A. (2013). A proposed approach for setup time reduction through integrating conventional SMED method with multiple criteria decision-making techniques. *Computers & Industrial Engineering*, 461–469.
- BEICH, W. (2005). Injection molded polymer optics. *21st-Century*, San Diego .
- BRITO, A. (2000). *Moldes de injeção para termoplásticos*. Guimarães: Universidade do Minho.
- COCIORVA, A., SARAIVA, M., FERREIRA, O., & NOVAS, J. C. (2010). Os Custos da Qualidade nas Empresas Portuguesas Certificadas. (M. Saraiva, & A. Teixeira, Edits.) *In TMQ - Qualidade: Gestão da Qualidade numa perspectiva multi e interdisciplinar, N.º 1*, pp. 151-182.
- CRAMEZ, C. (2015). Controlo Estatístico de Processo. *Ferramentas da qualidade* . Guimarães: Universidade do Minho.
- CUNHA, A. (2003). *Manual do Projetista para moldes de injeção de Plástico*. Centimfe.
- GEORGE , M., ROWLANDS, D., & KASTLE , B. (2008). *O QUE É O "LEAN SIX SIGMA" ?* . Lisboa: Actual Editora.
- GUARRAIA, P., SAENZ, H., & FALLAS, E. (2012). *BAIN& COMPANY*. Obtido em 15 de Fevereiro de 2016, de http://www.bain.com/offices/saopaulo/pt/Images/Sustained_cost_transformation_POR.pdf
- GUILONG, W., GUOQUN, Z., HUIPING, L., & YANJIN, G. (2009). Research on a New Variotherm Injection Molding Technology and its Application on the Molding of a Large LCD Panel. *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 48, 671-681.
- GUILONG, W., GUOQUN, Z., HUIPING, L., & YANJIN, G. (2011). Research on optimization design of the heating/cooling channels for rapid heat cycle molding based on response surface methodology and constrained particle swarm optimization. *Expert Systems with Applications*, 6705-6719.
- HANQUE, B., & JAMES-MOORE, M. (2004). Applying Lean Thinking to new product introduction. *Journal of Engineering Design*, 1-31.
- IMAI, M. (1994). *Kaizen, A estratégia para o sucesso competitivo*. São Paulo: Imam.
- INNOVA. (10 de Março de 2016). Manual de injeção.
- JAJU, S., MOHANTY, R., & LAKHO, R. (2009). Towards managing quality cost: A case study. Em *Total Quality Management & Business Excellence* (pp. 1075-1094). Routledge.
- KNECHTGES, P., & DECKER, M. C. (2014). Application of Kaizen Methodology to Foster Departmental Engagement in Quality Improvement. *Journal of the American College of Radiology*, 1126–1130.
- LIKER, J. (2004). *O Modelo Toyota - 14 Princípios de Gestão: Do Maior Fabricante do Mundo*. New York: Bookman.

- MANUEL, A. (17 de Abril de 2016). *Gestão de Produtividade – Metodologia SMED aplicada ao aumento da disponibilidade de equipamento produtivo*. Obtido de coopetir: <http://www.coopetir.biz/>
- MAZZA, R. M., & CAIRES, F. C. (2014). Aumentando a precisão em cotação de peças injetadas. *AUTODESK UNIVERSITY*, 10.
- MOORE, R. (2007). *Selecting the Right Manufacturing Improvement Tools*. Oxford: Elsevier.
- OLIVEIRA, C. P. (2013). *O Contributo do Mapeamento do Fluxo de Valor Para a Melhoria Contínua: Um Estudo de Caso na Indústria Automóvel*. V.N. Famalicão: Universidade Lusíada.
- PINHEIRO. (2010). Secagem de Polímeros . *AUGUSTO GUIMARÃES&FILHO*.
- PINHEIRO, C. (Junho de 2016). Esboços fornecidos e utilizados com autorização. Augusto Guimarães e Filho.
- PINTO, H. (2013). *Desenvolvimento de uma tecnologia não convencional de moldação: Rapid Heat Cycle Molding system*. Guimarães: Universidade do Minho.
- PINTO, R. J. (2012). *Injeção e Caracterização do Comportamento Mecânico de Polímeros Termoplásticos (Influência da Pressão de Injeção)*. Coimbra: Universidade de Coimbra.
- PONTES, H., FILHO, M., & ADRIANO, F. (2011). Redução de custos de um processo de injeção numa empresa de embalagens plásticas através do estudo de tempos e métodos. *XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (p. 15). Belo Horizonte: enegep.
- POUSA, C. A. (2008). *Desenvolvimento de Modelos Simplificados de Análise do Ciclo de Vida de Moldes de Injecção de Plástico* . Lisboa: Instituto superior técnico .
- REYES, A., & VICINO, S. (20 de Março de 2016). *Qualidade Total*. Obtido de <http://www.esalq.usp.br/qualidade/ishikawa/pag1.htm>
- ROSATO, D., ROSATO, D., & ROSATO, M. (2000). *Injection Molding Handbook* (Vol. 3rd). New York: Springer Science + Business Media, LLC.
- SAGRES, S. R. (2013). *Melhoria da qualidade produtiva na Introdução de Novos Produtos Industriais*. Guimarães: Universidade do Minho.
- SILVA, F. (2009). *Adaptação das ferramentas moldantes a sistemas de microinjeção*. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- VIANA, J. C., & MARTINS, C. I. (2014). Moulding Cycle & Main Variables. Guimarães: Universidade do Minho.
- WAMACK, J., & JONES, D. (1996). Beyond Toyota: How to Root Out Waste and Pursue Perfection. *Harvard Business Review*.
- WANG, G., ZHAO, & GUAN, Y. (2010). Research of thermal response simulation and mold structure optimization for rapid heat cycle molding processes, respectively, with steam heating and electric heating. *Materials and Design*, 382–395.
- WERKEMA, C. (2012). *Criando a cultura Lean Seis Sigma*. Rio de Janeiro: ELSEVIER.

WERKEMA, C. (2012). *LEAN SEIS SIGMA : Introdução às Ferramentas do Lean Manufacturing*. Rio de Janeiro: ELSEVIER.

XIPING, L., GUOQUN, Z., & MINGXING, M. (2010). Multi-objective optimization of heating channels for rapid heating cycle injection mold using Pareto-based genetic algorithm. *Polymers for Advanced Technologies*, 669-678.

Anexos

Anexo 1 – Características das máquinas de injeção

	Machine- No.	Manufact	Clamp Force(t)	Machine Type	Model Year	Robot/picker
1	011	Arburg 270C-500-100	50	Standard	1992	NO
2	009	Arburg 320C-500-170	50	Standard	2011	Wemo 6-5 Basic
3	008	Arburg 470S-800-170	80	Standard	2010	Wemo 6-5 Basic
4	007	Arburg 470S-800-170	80	Standard	2011	NO
5	006	Engel VC750/150 Tech	150	Standard	2011	Engel ESC
6	004	Arburg 630S-2500-800	250	Standard	2011	Wemo 8-5 Basic
7	001	Arburg 820S-4000-2100	400	Standard	2008	Wemo 8-5 Basic
8	003	Engel Victory 330 H/80V/110-Comb.	100x2k	2k-vertical	2011	Engel Viper 6
9	002	Engel VC750 H/200 CO	180x2k	2k-horizontal	2007	Engel Viper 20
10	005	Arburg 630S-25000-800	250	Standard	2010	Wemo 8-5 Basic
11	012	Arburg 920S-5000-2100	500	Standard	2012	Wemo 16-7 Basic
12	013	Arburg 470E-1000-290	100	Standard	2012	Wemo 6-5 Basic
13	010	Arburg 470S-800-170	80	Standard	2010	No

Anexo 2- Lista de matéria-prima

Designação	Referência
ABS/PC BLACK	28354492
PC CLEAR	28412612
PC-BLACK	28448211
PC- HIGH FLOW, WHITE	28412638
PC - GREY, LIGHT DIFFUSION	28380747
PC-WHITE 20083	28332779
ABS/PC GF10 RECYCLED BLACK	28323620
ACETAL-POM COPO NATL, LOW EMIS	28407200
PC CLEAR UV-STABILIZED	28412623
PC-LIGHT DIFFUSING	28229478
ABS / PC -BLEND- BLACK	28412687
PBTP GF 20 BLACK	28412677
ABS/PC MF9 - BLACK	28491776
PC-LIGHT DIFFUSING	28226909
PC BLACK	28412625
POLYCARBONATE-PC/SAN, GF20, BLAC	28394648
PC-WHITE	28478187
ABS/PC XF BLACK SOUL	28507093
PC OPAQUE WHITE	28286934
ABS BLACK	28526199
TPE-SEPS, 75A, BLACK	28521771
ELASTOMERE SHORE 55 BLACK	28412702
POLYCARBONATE - BLACK	28529473

Designação	Referência
BLK. ACETAL RESIN	30829
BLK-ABS/POLYCARBON	31071
ABS/PC XF BLACK	28305777
PC TRANSLUCENT WHITE	28370296
PC CLEAR DIFFUSING	28447806
ACETAL POM COPO BLACK	28370300
PC- VOLVO WHITE	28228466
PA6 GK15 GF15 CHARCOAL	28305753
ABS 17GF BLACK	28305755
ABS/PC BLACK	28305776
PC PTFE 10 BLACK	28305758
PBT/PC 30 GF WHITE	28157747
PA 6 GF 15 BLACK	28412590
PBT 30GF WHITE	28329597
PP BLACK	28412609
POLYPROPYLENE TD10	28346342
PMMA CLEAR	28412657
ABS BLACK	28354043
PC WHITE	28354490
PMMA DIFFUSE DF23	28412666
ABS/PC SYRACUSE BLACK	28354491

Anexo 3- Exemplos de procedimentos de changeover

Molde Sem Canal quente

Tarefas antes da mudança do molde		
1	Levar a palete de transporte de moldes para junto da máquina de injeção.	30
2	Vai ao quadro de planeamento pega na documentação do molde .(Pega no molde, na palete para colocar o molde e leva para junto da máquina /	20
3	Vai ao armazém de moldes e verifica qual a localização do molde que vai entrar.	10
4	Tira o molde com a ponte rolante.	25
5	Leva o molde para junto da máquina e pouza na palete. Deixa a ponte rolante sobre a máquina.	115
6	Se necessário monta o anel de centro.	20
7	Vai ao local de estacionamento dos carrinhos (ferramentas e mangueiras), verifique se as mangueiras necessárias estão preparadas na caixa das mangueiras. Leva ambos os carrinhos e a escada.	30
8	Deixa o carrinho das mangueiras na máquina, no lado contrário ao do operador, o bidão em frente ao controlador de temperatura do molde e o carrinho das ferramentas na máquina, no lado do operador.	35
9	Preparar no carro de ferramentas as ferramentas necessárias para a mudança do molde e colocar as luvas	50
10	Verificar na ficha de parâmetros a temperatura exacta dos controladores de temperatura e ajustar se	20
11	Pegar na pistola de ar comprimido e leva até ao controlador de temperatura do molde. - Purga a água do molde - Deixa uma das mangueiras dentro do bidão e fecha as torneiras.	65
12	Pegar no contentor do material que vai sair.	20
13	Colocar o resto do material que vai sair dentro contentor . Limpar o filtro de vácuo.	35
14	Parar a máquina quando o molde estiver aberto e o robot sobre o tapete.	40
Comença da mudança de molde (tarefas internas)		
15	Colocar o spray anti-corrosivo no molde.	15
16	Fechar o molde e parar o robot de modo a que ele vá para a posição Zero.	5
17	Apertar a barra de segurança no molde.	50
18	Pendurar o molde com a ponte rolante.	25
19	Desapertar o KO do perno de extração.	10
20	Desapertar o molde no lado do operador- Extração e Injeção	50
21	Retirar as mangueiras do lado do operador , vai para o outro lado e colocar no carrinho das mangueiras.	15
22	Retirar as mangueiras do lado contrário ao operador e colocar no carrinho das mangueiras.	50
23	Desapertar o molde no lado contrário ao operador - Extração e Injeção.	40
24	Abrir os pratos no máximo	40
25	Retirar o KO	10
26	Retirar o molde com a ponte rolante para a palete.	75
27	Trazer o molde novo para a máquina e colocar na posição central e configurar a ficha de set up do novo molde	100
28	Montar KO	30
29	Fechar o molde em modo de ajuste.	75
30	Fixar o molde no lado do operador (todos os qarampos) e passar a pistola de aperto sobre o molde.	30
31	Ir ao lado contrario do operador fixar o molde (todos os qarampos). Trazer a caixa dos gitos e das mangueiras para o lado do operador.	75
32	Voltar ao lado do operador. Montar as mangueiras do lado do operdor , retirar a pistola, retira a ponte rolante para uma posição sobre a máquina e retira a barra de segurança do molde.	30
33	Abrir o molde no máximo.	20
34	Apertar o KO	10
35	Colocar todos os gitos dentro da caixa dos gitos e colocar dentro da caixa de refugo.	15
36	Voltar ao lado contrário do operador e colocar as mangueiras . Colocar a caixa dos gitos no sitio.	35
37	Abrir a água.	80
38	Vá para o lado contrário ao operador . Leve a mão do robot & o contentor de material da peça anterior e coloque junto da estufa . Conectar a nova matéria prima.	35
39	posição.	40
40	Volta para o lado do operador. Trazer a mão do robot da peça que saiu e coloca-la sobre o molde que saiu . Configurar o programa do robot.	55
41	Purgar a máquina.	1
42	Colocar o robot na posição zero.	15
43	Fazer ponto zero na máquina e abrir no máximo.	55
44	Conectar o cabo de segurança.	20
45	Limpar o molde e a máquina por dentro.	45
Objectivo do tempo de Mudança de molde = 22min		
Tarefas depois da mudança do molde		
46	Arrancar com a máquina em semi automatico e verifica as duas primeiras injeções e depois coloca a máquina em automatico	50
47	Arrancar com o robot e esperar pela 1ª peça . Para ter garantia que está a trabalhar OK	45
48	Limpar a máquina externamente.	20
49	Remover o material resultante da purga para a caixa das purgas.	10
50	Retirar de junto da máquina o carrinho das ferramentas com a escada e o carrinho das mangueiras para o local de estacionamento dos mesmos. Volta para o lado do operador.	35
51	Trazer a ponte rolante sobre a palete.	50
52	Retirar o molde com a ponte rolante até aos racks (ou para a manutenção se necessário). Volta para a máquina e leva o paquimetro da sala da qualidade.	170
53	Preenche o check list , a folha de início de serie e da produção e mede as peças. Deixa as 1ª peças ok na caixa e os respectivos documentos.	230
54	Preencher o documento de fim de serie.	250
55	Pega na palete do molde , documentos de fim de serie e paquimetro. Coloca o paquimetro os documentos e coloca a palete do molde no local correcto.	65
FIM		

Molde de canal quente

Tarefas antes da mudança do molde	
Levar a paleta de transporte de moldes para junto da máquina de injeção.	30
Vai ao quadro de planeamento pega na documentação do molde .(Pega no molde, na paleta para colocar o molde e leva para junto da máquina.)	20
Vai ao armazém de moldes e verifica qual a localização do molde que vai entrar.	10
Tira o molde com a ponte rolante.	25
Leva o molde para junto da máquina e pouza na paleta. Deixa a ponte rolante sobre a máquina.	115
Se necessário monta o anel de centro.	20
Vai ao local de estacionamento dos carrinhos (ferramentas e mangueiras), verifique se as mangueiras necessárias estão preparadas na caixa das mangueiras. Leva ambos os carrinhos e a escada.	30
Deixa o carrinho das mangueiras na máquina, no lado contrário ao do operador, o bidão em frente ao controlador de temperatura do molde e o carrinho das ferramentas na máquina, no lado do operador.	35
Preparar no carro de ferramentas as ferramentas necessárias para a mudança do molde e colocar as luvas	50
Verificar na ficha de parâmetros a temperatura exacta dos controladores de temperatura e ajustar se necessário	20
Pegar na pistola de ar comprimido e leva até ao controlador de temperatura do molde. - Purga a água do molde - Deixa uma das mangueiras dentro do bidão e fecha as torneiras.	65
Parar a máquina quando o molde estiver aberto e o robot sobre o tapete.	40
Começo da mudança de molde (tarefas internas)	
Colocar o spray anti-corrosivo no molde.	15
Fechar o molde e parar o robot de modo a que ele vá para a posição Zero.	5
Apertar a barra de segurança no molde.	50
Pendurar o molde com a ponte rolante.	25
Desapertar o KO do perno de extracção.	10
Desapertar o molde no lado do operador- Extracção e Injecção	50
Retirar as mangueiras do lado do operador , vai para o outro lado e colocar no carrinho das mangueiras.	15
Retirar as mangueiras do lado contrário ao operador e colocar no carrinho das mangueiras.	50
Desapertar o molde no lado contrário ao operador - Extracção e Injecção.	40
Abriu os pratos no máximo	40
Retirar o KO	10
Retirar o molde com a ponte rolante para a paleta.	75
Trazer o molde novo para a máquina & colocar na posição central & configurar a ficha de set up do novo molde	100
Montar KO	30
Fechar o molde em modo de ajuste.	75
Ligar o canal quente do molde e ligar a máquina.	5
Fixar o molde no lado do operador (todos os qrampos) e passar a pistola de aperto sobre o molde.	30
Ir ao lado contrario do operador fixar o molde (todos os qrampos). Trazer a caixa dos gitos e das mangueiras para o lado do operador.	75
Voltar ao lado do operador. Montar as mangueiras do lado do operdor , retirar a pistola, retira a ponte rolante para uma posição sobre a máquina e retira a barra de segurança do molde.	90
Abriu o molde no máximo.	20
Apertar o KO	30
Colocar todos os gitos dentro da caixa dos gitos e colocar dentro da caixa de refugo.	15
Voltar ao lado contrário do operador e colocar as mangueiras . Colocar a caixa dos gitos no sitio.	85
Trazer o contentor do material anterior. Abrir a água.	100
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Colocar o resto do material que vai sair dentro contentor . Limpar o filtro de vácuo..	35
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Vá para o lado contrário ao operador . Leve a mão do robot & o contentor de material da peça anterior e coloque junto da estufa . Conectar a nova materia prima.	35
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Colocar a mão de robot e o tapete na correcta posição. Verificar se a caixa dos gitos está na correcta posição.	40
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Vir para o lado do operador e trazer a mão do robot e colocar em cima do molde que saiu. Chamar programa do robot.	55
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Purgar a máquina.	1
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Colocar o robot na posição zero.	15
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Fazer ponto zero na máquina e abrir no máximo.	55
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Limpar o molde e a máquina por dentro.	45
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura)Limpar a máquina externamente.	20
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Arrumar as ferramentas no carrinho de ferramentas	30
(Esperar que o canal quente atinja a temperatura) Retirar de junto da máquina o carrinho das ferramentas com a escada e o carrinho das mangueiras para o local de estacionamento dos mesmos. Volta para o lado do operador.	35
Objectivo do tempo de Mudança de molde= 25,4 min	
Tarefas depois da mudança do molde	
Arrancar com a máquina em semi automatico e verifica as duas primeiras injeções e depois coloca a máquina em automatico	50
Arrancar com o robot e esperar pela 1ª peça . Para ter qrantia que está a trabalhhr OK	45
Remove waste material from purge to the waste bin	10
Trazer a ponte rolante sobre a paleta.	50
Retirar o molde com a ponte rolante até aos racks (ou para a manutenção se necessário). Volta para a máquina e leva o paquimetro da sala da qualidade.	170
Preenche o check list , a folha de inicio de serie e da produção e mede as peças. Deixa as 1ª peças ok na caixa e os respectivos documentos.	230
Preencher o documento de fim de serie.	250
Pega na paleta do molde , documentos de fim de serie e paquimetro. Coloca o paquimetro e os documentos e coloca a paleta do molde no local correcto.	65

FIM

Anexo 4-Lista do equipamento de secagem

4 Desumidificador Piovani DPM 613

6 Desumidificador Piovani TDM 507

9 Desumidificador Piovani TDM 503

1 Desumidificador Piovani DPM 604

8 Alimentador Piovani S55

9 Alimentador Piovani S52

1 Depósito Material Plástico Piovani T200

6 Depósito Material Plástico Piovani T150

5 Depósito Material Plástico Piovani T30

1 Depósito Material Plástico Piovani T100

5 Depósito Material Plástico Piovani T50

1 Depósito Material Plástico Piovani T300



Nº Cotação: 2016.002.444

Data: 26.04.2016

Cliente: DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS PORTUGAL S.A.

Pretende-se centralizar a secagem (desumidificação de 4 materiais distintos:

Resina 28305777 (ABS/PC)

Resina 28394648 (PC/ SAN GF 20)

Resina 28305755 (ABS 17 GF)

Resina 28323620 (ABS/PC GF 10 Recycled)

O sistema terá que prever o abastecimento de 10 máquinas de injeção, tendo capacidade para as restantes 3 máquinas de injeção.

A bomba de vácuo é dimensionada para 13 máquinas de injeção. Esta proposta contempla componentes de montagem e instalação para 10 máquinas de injeção.

Foram considerados débitos máximos para as 16 máquinas de 280 Kg/h a distâncias horizontais máximas de 70 mts.

SISTEMA CENTRAL EASY3 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES

Um sistema centralizado de alimentação mod Easy3system, para transporte da matéria-prima desde as tremonhas de desumidificação às máquinas de injeção, constituído por:

- controlador Easy3system, para configuração de todos os parâmetros do sistema;
- Caixa de alarme central, com alarme luminoso e acústico integrado
- Bomba de vácuo mod F48/2, com
Caixa de potência de 5,5 Kw
Servidor Easy3system para integração das bombas no sistema
Preparada para tubagem de 50 mm de diâmetro
Filtro central (8 micron) mod CF2, com ciclone retentor de poeiras
Válvula de limpeza automática de filtro, por ar comprimido
Teclado pequeno para atribuição e endereçamento dos receptores de vácuo



RECEPTOR VÁCUO C2 EASY3+VP50

Para equipar de 50 e 80TON

- Execução em aço inox
- Volume de 1,5 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3
- Válvula proporcional VP50

RECEPTOR VÁCUO C5 EASY3+VP50

Para equipar máquinas nºs 2,3, 5, 6 e 7.

- Execução em aço inox
- Volume de 5 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3
- Válvula proporcional VP50



RECEPTOR VÁCUO C15 EASY3+VP50

Para equipar máquinas de 250 e 400TON

- Execução em aço inox
- Volume de 15 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3
- Válvula proporcional VP50

RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3+VP50

Para equipar máquinas de 500TON

- Execução em aço inox
- Volume de 30 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3
- Válvula proporcional VP50



RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3

Para equipar as tremonhas de desumidificação

- Execução em aço inox
- Volume de 30 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3

Preço Unitário: 30.292,00
Preço Especial: 28.643,00

Acessórios - SISTEMA CENTRAL EASY3

<p>CONJUNTO DE ACESSÓRIOS DIAM 50MM PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES Para a linha de vácuo e 10 linhas de transporte de matéria-prima para as máquinas de injeção e mesa de distribuição, bem como para interface tremonhas e mesa manual:</p> <p>Tubos em aço inox 50mm Tubos em alumínio diam 50mm Uniões tipo Morris, com vedante e contacto antistático de 50mm Abraçadeiras de fixação de tubagem para perfil PT1000 Perfis PT1000 Curvas em aço inox com raio de curvatura de 600mm Derivações em T e L diam 50 para linha de vácuo. Tubo flexível antistático para linhas de vácuo de 50mm Tubo flexível antistático para linhas de materiale 50mm Cabo de sinal Easy3 para ligação serial do sistema easy3 Tubo nylon para ar comprimido Valvulas de limpeza de linha VPC501HT (cinco) Comando de válvulas.</p>	<p>Preço Unitário: 17.723,00</p>
<p>MESA DE DISTRIBUIÇÃO MANUAL 2E-10S PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES - Mesa de distribuição manual constituída: - 2 ramais com 1 entradas e 2 saídas cada um com diâmetros de 50mm - 3 ramais com 1 entrada e 5 saídas cada um com diâmetros de 50mm - Os ramais perfazem uma matriz de 5 entradas e 19 saídas - Execução em aço inox diâmetro 50mm - Estrutura suporte em perfil PT1000 - Conexões de encaixe rápido diâmetro de 50mm, com tampas</p>	<p>Preço Unitário: 3.050,00</p>

Opcionais Sugeridos - SISTEMA CENTRAL EASY3

<p>BOMBA DE RESERVA F48-2 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES - Bomba de vácuo mod F48/2, com Caixa de potência de 5,5 Kw Preparada para tubagem de 50 mm de diâmetro Filtro central (8 micron) mod CF2, com ciclone retentor de poeiras Válvula de limpeza automática de filtro, por ar comprimido Kit de ligação das duas bombas em paralelo.</p>	<p>Preço Unitário: 3.391,00</p>
---	---------------------------------

DESUMIDIFICADOR DPA10 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES

Recomendado para equipar máquinas nºs10 e 11.

Os desumidificadores da série DPA usam ar comprimido para a secagem dos termoplásticos de natureza higroscópica.

Permitem valores de ponto de orvalho de -25°C.

São equipamentos bastante compactos, de simples utilização e adaptação às máquinas de injeção. Este tipo de equipamento recorre a ar comprimido seco e isento de óleo cujo pressão de funcionamento é de 5 a 7 bar.

Os desumidificadores da série DPA apresentam características técnicas específicas, a saber:

- Dupla optimização dos consumos conforme tipo de produção.

O controlador permite manusear o fluxo de ar ajustando-o a diferentes níveis de consumo de acordo com as necessidades do momento, conferindo consumos de energia, bem como, de ar comprimido;

- Auto-adaptação aos parâmetros do processo. Na sua versão standard o controlador dispõe de uma base de dados. A partir do momento em que é seleccionado o material e especificado o consumo, automaticamente são seleccionados os parâmetros de secagem do material;

- Correcto controlo de desumidificação. O sistema electrónico da série DPA integra esta função conferindo verificações contínuas dos tempos de alimentação às tremonhas e tempos de secagem, bem como alarmes a situações críticas durante o processo;

-Base de dados aberta. A base de dados pode ser alterada, personalizada e passível de integrar novos dados durante a produção de acordo com os requisitos do cliente;

- Máxima facilidade de inspecção. Em todos os modelos, as tremonhas são equipadas com cones difusores que permitem operações de limpeza e mudança de materiais simples e rápidas.

Todos os parâmetros principais são controlados por um microprocessador electrónico que garante um constante processo de secagem com precisões de 0,1°C na temperatura. Equipado com display alfanumérico fornecendo toda a informação clara e precisa ao operador.

Especificações técnicas:

-Alimentação eléctrica: 230/1/50

-Tremonha em aço inox com revestimento térmico de 60mm espessura com capacidade de 10 litros.

-Secção Circular

-Tampa da tremonha com dobradiça, compatível para aplicação de alimentadores

-Duplo cone difusor removível, completo com um bico injector específico para ar comprimido

Preço Unitário: 2.880,00

Preço Especial: 2.736,00



DESUMIDIFICADOR DP 615 MT PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES

Os desumidificadores DP615 são ideais para o tratamento de polímeros higroscópicos. A sua concepção permite alcançar e manter um ponto de orvalho constante inferior a -50°C com resultados excelentes, garantindo:

- Facilidade de operação
- Condições de processo estáveis e independentes
- Optimização do consumo energético

O display exibe mensagens alfa numéricas de fácil leitura e interpretação em Português. Apresenta o estado de funcionamento da máquina bem como qualquer mensagem de alarme ou aviso.

De construção compacta, são equipados com duas bombas de canal lateral, garantindo processos independentes e constantes entre processo e regeneração.

Sistemas avançados de controlo:

IES – Supervisor de Energia Inteligente

De acordo com a efectiva necessidade da máquina de processamento, o sistema IES ajusta e otimiza a utilização de energia no desumidificador.

IMD – Secagem Inteligente de Material

A degradação de material ou a sua desumidificação excessiva é prevenida pelo sistema IMD



Características:

- 150 m³/h de fluxo de ar seco
- temperatura de processo até 150°C
- 2 torres higroscópicas independentes em aço inoxidável
- 2 ventiladores independentes de canal lateral de alta pressão
- sistema de filtragem de torres e bombas
- controlo por microprocessador
- regeneração controlada por temperatura
- controlo electrónico da temperatura de processo com PID de auto-ajuste e alta precisão
- relés de estado sólido (SSR/RES) para controlo de aquecimento do processo
- controlo de segurança da temperatura do ar de processo completamente independente
- ajuste automático da temperatura de segurança do ar de processo
- alertas para a correcta operação do arrefecedor
- potência total instalada de 9,4kW e consumo médio a 80°C de 3,7 kWh

TREMONHA MOD T400 LT

As tremonhas PIOVAN são fabricadas em aço inoxidável e graças ao desenho especial do cone de difusão, asseguram um fluxo uniforme de ar, aquecimento uniforme de toda a massa de grânulos e ausência de estagnação de material.

O isolamento integral de espessura 60mm, seja na parte cilíndrica ou na cónica, evita perdas térmicas e desperdício de energia.

Características:

- volume de 400 litros
- isolamento de 60mm de espessura
- visor para inspeção de material
- porta frontal de inspeção e limpeza
- guilhotina manual
- equipada com caixa de sucção VA1P ou base de descarga, consoante a aplicação

TROLLEY T400 VDPM02

Preço Unitário: 13.737,00
Preço Especial: 13.000,00

Serviços:

Transporte e embalagem	Incluído
Instalação, arranque e formação	Preço Unitário: 10.029,00

Opcionais Sugeridos:

DISPLAY EASY3 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES	Preço Unitário: 1.850,00
--	--------------------------

Resumo:

Item	Descrição	Qtd	Preço Unitário Especial
1	SISTEMA CENTRAL EASY3	1	6.333,00
2	RECEPTOR VÁCUO C2 EASY3+VP50	2	1.630,00
3	RECEPTOR VÁCUO C5 EASY3+VP50	5	1.700,00
4	RECEPTOR VÁCUO C15 EASY3+VP50	2	1.750,00
5	RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3+VP50	1	1.810,00
6	RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3	4	1.310,00
Acessórios - SISTEMA CENTRAL EASY3			
7	CONJUNTO DE ACESSÓRIOS DIAM 50MM	1	17.723,00
8	MESA DE DISTRIBUIÇÃO MANUAL 2E-10S	1	3.050,00
9	DESUMIDIFICADOR DPA10	2	2.736,00
10	DESUMIDIFICADOR DP 615 MT	2	13.000,00
11	TREMONHA MOD T400 LT	2	Incluído
12	TROLLEY T400 VDPM02	1	Incluído
Serviços			
13	Transporte e embalagem		Incluído
14	Instalação, arranque e formação	1	10.029,00
Valor Total com Preço Especial			90.917,00
Opcionais Sugeridos - SISTEMA CENTRAL EASY3			
15	BOMBA DE RESERVA F48-2	1	3.391,00
Opcionais Sugeridos			
16	DISPLAY EASY3	1	1.850,00

Anexo 6- Cotação do sistema de alimentação centralizado (proposta 2)



Nº Cotação: 2016.002.979 – Revisão I

Data: 28.06.2016

Ciente: DELPHI AUTOMOTIVE SYSTEMS PORTUGAL S.A.

Proposta alternativa à 2016.002.444.

Esta proposta prevê um potencial crescimento futuro e adaptação dos sistemas existentes a esse crescimento.

Pretende-se centralizar o transporte de dois materiais principais de maior consumo:

Resina 28394648 (PC/ SAN GF 20)

Resina 28305755 (ABS 17 GF)

A secagem destes materiais far-se-á localmente em desumidificadores já existentes.

Esta proposta revê a anterior pela alteração das máquinas de injeção: em vez da máquina nº 12, passa a ser contemplada a máquina nº 6 (ver sketch que se envia em anexo). Por conseguinte e tendo em conta que é esta a solução mais vantajosa no processo inicial, o conceito mantém-se; esta proposta altera apenas os componentes de linhas de transporte de material atendendo a que a máquina nº 6 fica mais distante.

SISTEMA CENTRAL EASY3 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES

Um sistema centralizado de alimentação mod Easy3system, para transporte da matéria-prima desde as tremonhas de desumidificação às máquinas de injeção, constituído por:

- controlador Easy3system, para configuração de todos os parâmetros do sistema;
- Caixa de alarme central, com alarme luminoso e acústico integrado
- Bomba de vácuo mod F48/2, com
Caixa de potência de 5,5 Kw
Servidor Easy3system para integração das bombas no sistema
Preparada para tubagem de 50 mm de diâmetro
Filtro central (8 micron) mod CF2, com ciclone retentor de poeiras
Válvula de limpeza automática de filtro, por ar comprimido
Teclado pequeno para atribuição e endereçamento dos receptores de vácuo



RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3

Para equipar as tremonhas de desumidificação

- Execução em aço inox
- Volume de 30 litros
- Controlador Easy3, preparado para ser integrado no sistema de alimentação central
- Tubo de aspiração material D50mm para VP 50
- Conector rápido em latão na válvula de vácuo para ligação à linha de vácuo com diâmetro de 50mm
- Entrada de material com 50mm de diâmetro
- Caixa de derivação para ligação ao sistema Easy3



Preço Unitário: 13.323,00
Preço Especial: 12.620,00

Acessórios - SISTEMA CENTRAL EASY3

<p>CONJUNTO DE ACESSÓRIOS DIAM 50MM PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES Para a linha de vácuo e 2 linhas de transporte de matéria-prima tipologia NAS para as máquinas de injeção nºs 1, 4, 5 e 12:</p> <p>Tubos em aço inox 50mm Tubos em alumínio diam 50mm Uniões tipo Morris, com vedante e contacto antistático de 50mm Abraçadeiras de fixação de tubagem para perfil PT1000 Perfis PT1000 Curvas em aço inox com raio de curvatura de 600mm Derivações em T e L diam 50 para linha de vácuo. Tubo flexível antistático para linhas de vácuo de 50mm Tubo flexível antistático para linhas de material 50mm Cabo de sinal Easy3 para ligação serial do sistema easy3 Tubo nylon para ar comprimido Válvulas de limpeza de linha VPC501HT (duas) Comando de válvulas.</p>	<p>Preço Unitário: 5.661,00 Preço Especial: 5.378,00</p>
--	--

Serviços:

Transporte e embalagem	Incluído
Instalação, arranque e formação	Preço Unitário: 2.454,00

Opcionais Sugeridos - SISTEMA CENTRAL EASY3

<p>BOMBA DE RESERVA F48-2 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES - Bomba de vácuo mod F48/2, com Caixa de potência de 5,5 Kw Preparada para tubagem de 50 mm de diâmetro Filtro central (8 micron) mod CF2, com ciclone retentor de poeiras Válvula de limpeza automática de filtro, por ar comprimido Kit de ligação das duas bombas em paralelo.</p>	<p>Preço Unitário: 3.391,00 Preço Especial: 3.220,00</p>
<p>DISPLAY EASY3 PIOVAN PLASTICSTECHNOLOGIES</p>	<p>Preço Unitário: 1.850,00 Preço Especial: 1.750,00</p>



OKTOMAT-ECO-H S-50
SISTEMA ESVAZIAMENTO BIG BAGS/OCTABINS

Oktomat ECO consiste num sistema de esvaziamento de dois tipos de embalagem de matéria-prima termoplástica: octabin e big-bag. Este sistema de esvaziamento funciona de forma automática, por accionamento de cilindros pneumáticos, comportando as seguintes vantagens:

- .Depois de ajustado, não requer intervenção humana durante o processo de esvaziamento;
- .Requer pequena área de fixação conferindo-lhe a flexibilidade de se alocar em qualquer ponto da área produtiva;
- .Não requer manutenção;
- .Os custos operacionais são mínimos;
- .Reduz totalmente os problemas reais quando são aplicados sistemas de vácuo com sonda directa nos big-bags ou octabins.
- .Elimina perdas de matéria-prima termoplástica
- .Integram-se em qualquer sistema de vácuo existente no cliente.

Características técnicas:

- Coluna em aço com revestimento electrostático;
- Altura ajustável de 2000mm a 3000mm;
- Anel elevador universal em aço inoxidável com diâmetro de 600mm;
- Força de elevação do saco regulável progressivamente até 150Kg;
- Cabeçote de sucção tipo S com tubo de transporte de 50mm de diâmetro;
- Cilindro de elevação com curso de 1000mm;
- Aviso de embalagem vazia através de indicador luminoso.



Preço Unitário: 8.500,00
Preço Especial: 8.075,00

Resumo:

Item	Descrição	Qtd	Preço Unitário Especial
1	SISTEMA CENTRAL EASY3	1	6.300,00
2	RECEPTOR VÁCUO C30 EASY3	4	1.580,00
Acessórios - SISTEMA CENTRAL EASY3			
3	CONJUNTO DE ACESSÓRIOS DIAM 50MM	1	5.378,00
Serviços			
4	Transporte e embalagem		Incluído
5	Instalação, arranque e formação	1	2.454,00
Valor Total com Preço Especial			20.452,00

Opcionais Sugeridos - SISTEMA CENTRAL EASY3			
6	BOMBA DE RESERVA F48-2	1	3.220,00
Opcionais Sugeridos			
7	DISPLAY EASY3	1	1.750,00
8	OKTOMAT-ECO-H S-50	2	8.075,00

Condições de Venda:

Preços:	Apresentados em Euros. Acrescem da taxa de IVA em vigor
Condições de Pagamento:	Habituais de V. Exas.
Prazo de Entrega:	Cerca de 6 a 8 semanas de produção sujeito a confirmação posterior.
Garantia:	12 meses contra defeito de fabrico, excluindo peças de desgaste e utilização indevida do equipamento
Validade da Proposta:	30 dias da presente data, salvo venda
Equipamento de Segurança:	Em conformidade com as normas comunitárias com marcação CE
Exclusões:	Trabalhos, tais como, fornecimento de energia, ar comprimido e construção civil Componentes de montagem Tudo o que não estiver mencionado na proposta. As imagens apresentadas são meramente ilustrativas, não sendo assim contratuais



Anexo 7- BRAG FOR 1190.03.0

DELPHI	Optimização do tempo de ciclo da injeção				BRAG FOR 1190.03.01 Ver: 02	
	Effective date: 26-01-2012		Content Reviewed date: 20-01-12			
	Nº Peça	Nº Molde	Tempo de ciclo inicial	Nº da máquina	Data	Tempo de ciclo final
<i>Secção de Injecção</i>						
Descrição do ciclo		Optimizável?	Parametros modificados			Tempo de ciclo final
Fecho do Molde:						
Atraso						
Movimento						
Curso						
Avanço do bico :						
Atraso						
Movimento						
Curso						
Injecção :						
Atraso						
Tempo						
Pos-pressão :						
Atraso						
Tempo etapas						
Tempo de arrefecimento :						
Tempo						
Dosagem						
Descompressão						
Recuo bico						
Abertura do Molde:						
Atraso						
Movimento						
Curso						
Extracção da peça :						
Manipulador						
Avanço extracção						
Nº de extracções						
Recuo extracção						
Saca machos :						
Atraso						
Avanço						
Atraso						
Extracção						
Avaliação da Qualidade						
	Data	Avaliação	Observações			Assinatura
Atributos						
Dimensional						
Funcional						
REGISTO DE REVISÕES:						
REVISÃO	DESCRIÇÃO	REALIZADO POR	DATA			
01	Edição inicial	Maria Bastos	15-12-2011			
02	Avaliação da qualidade	Maria Bastos	20-01-12			

Cavidade 3

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **CD GUIDE - MIB**
 Dolphi part number: **3E-07**
 Customer part number: **0**
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **M5q.10**
 Tool number: **28372781MH002**
 Cavity number: **3**
 Characteristic: **Dimensional**
 Measurement equipment: **Paquímetro 300 mm**

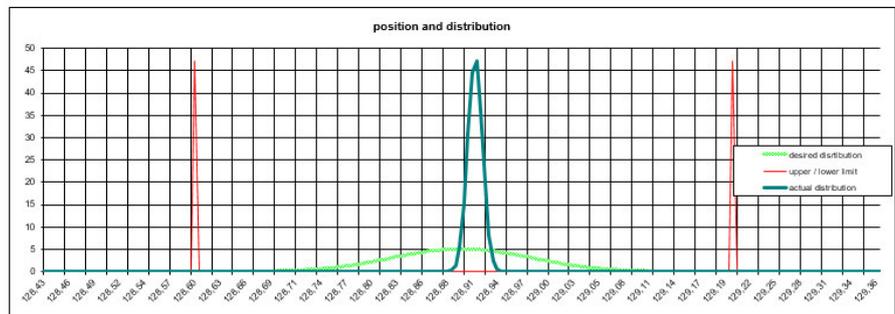
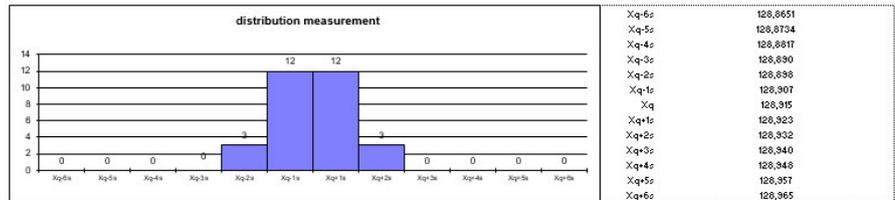
Nominal value: **128,90**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **129,20**
 Lower limit: **128,60**
 Desired PPK value: **1,67**

result: **capable**
 Pp: **12,19**
 Ppk: **11,53**
 result: **capable**

Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Armanda Gomes**
 Inspection date: **23/03/2016**

Signature: _____

	Xs	S:	
1	128,32 i.O.		
2	128,32 i.O.		
3	128,31 i.O.		
4	128,90 i.O.		
5	128,91 i.O.	128,918	0,00037
6	128,91 i.O.		
7	128,91 i.O.		
8	128,91 i.O.		
9	128,91 i.O.		
10	128,93 i.O.	128,918	0,00044
11	128,92 i.O.		
12	128,91 i.O.		
13	128,92 i.O.		
14	128,92 i.O.		
15	128,92 i.O.	128,918	0,00042
16	128,92 i.O.		
17	128,91 i.O.		
18	128,91 i.O.		
19	128,90 i.O.		
20	128,92 i.O.	128,918	0,00037
21	128,92 i.O.		
22	128,92 i.O.		
23	128,91 i.O.		
24	128,91 i.O.		
25	128,93 i.O.	128,918	0,00037
26	128,92 i.O.		
27	128,92 i.O.		
28	128,91 i.O.		
29	128,93 i.O.		
30	128,90 i.O.	128,918	0,00042



Cavidade 4

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **CD GUIDE - MIB**
 Dolphi part number: **3E-07**
 Customer part number: **0**
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **M5q.10**
 Tool number: **28372781MH002**
 Cavity number: **4**
 Characteristic: **Dimensional**
 Measurement equipment: **Paquímetro 300 mm**

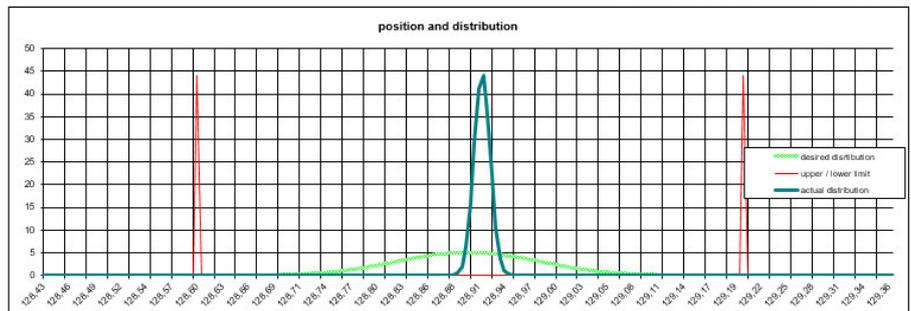
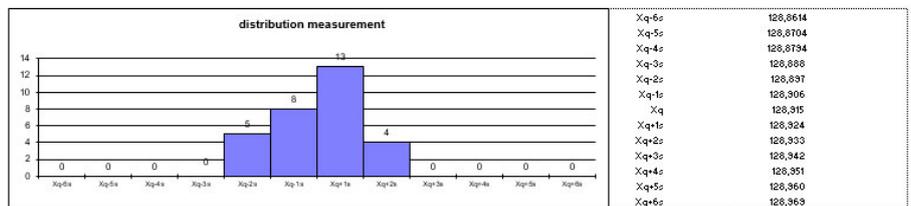
Nominal value: **128,90**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **129,20**
 Lower limit: **128,60**
 Desired PPK value: **1,67**

result: **capable**
 Pp: **10,67**
 Ppk: **10,13**
 result: **capable**

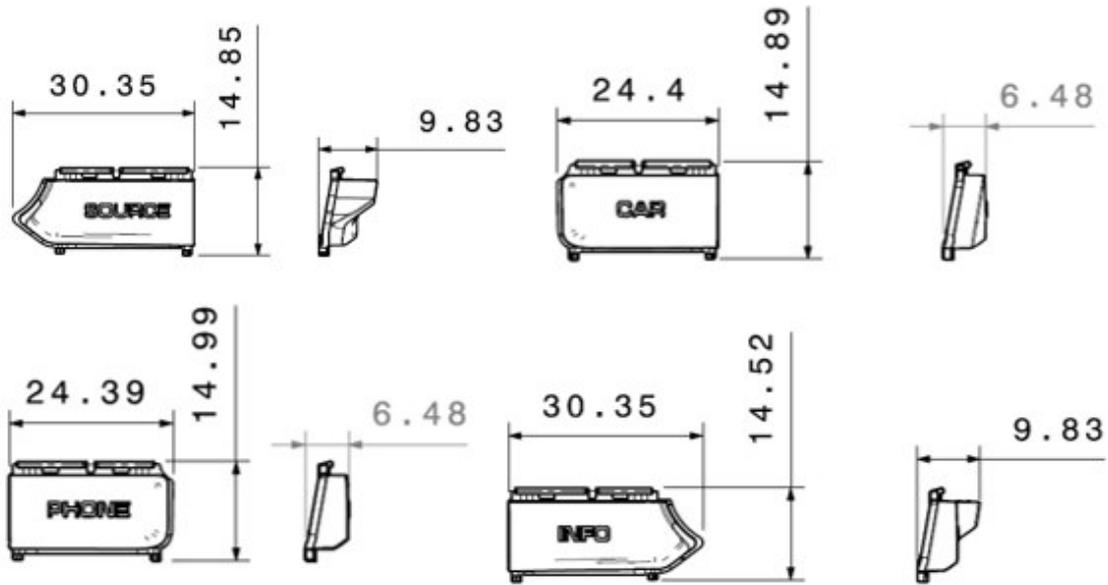
Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Armanda Gomes**
 Inspection date: **23/03/2016**

Signature: _____

	Xs	S:	
1	128,32 i.O.		
2	128,32 i.O.		
3	128,91 i.O.		
4	128,90 i.O.		
5	128,91 i.O.	128,918	0,00032
6	128,90 i.O.		
7	128,91 i.O.		
8	128,90 i.O.		
9	128,92 i.O.		
10	128,93 i.O.	128,918	0,00033
11	128,92 i.O.		
12	128,92 i.O.		
13	128,93 i.O.		
14	128,93 i.O.		
15	128,91 i.O.	128,918	0,00021
16	128,92 i.O.		
17	128,90 i.O.		
18	128,90 i.O.		
19	128,91 i.O.		
20	128,92 i.O.	128,918	0,00031
21	128,92 i.O.		
22	128,92 i.O.		
23	128,93 i.O.		
24	128,92 i.O.		
25	128,91 i.O.	128,918	0,00021
26	128,91 i.O.		
27	128,92 i.O.		
28	128,91 i.O.		
29	128,92 i.O.		
30	128,93 i.O.	128,918	0,00032



Anexo 9 - Ppk do Porsche 5,6,7,8



Cavidade 2

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **Bottoa-6**
 Delphi part number: **28421793**
 Customer part number: 0
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **Mq 8**
 Tool number: **28421798MF001**
 Cavity number: **1**
 Characteristic: **Comprimento**
 Measurement equipment: **Micrometro 25 mm**

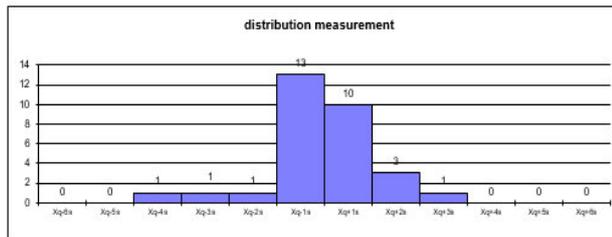
Nominal value: **24,35**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **24,41**
 Lower limit: **24,29**
 Desired PPK value: **1,67**

result:
 Pp: **2,11** **capable**
 Ppk: **2,00** **capable**
 result: **capable**

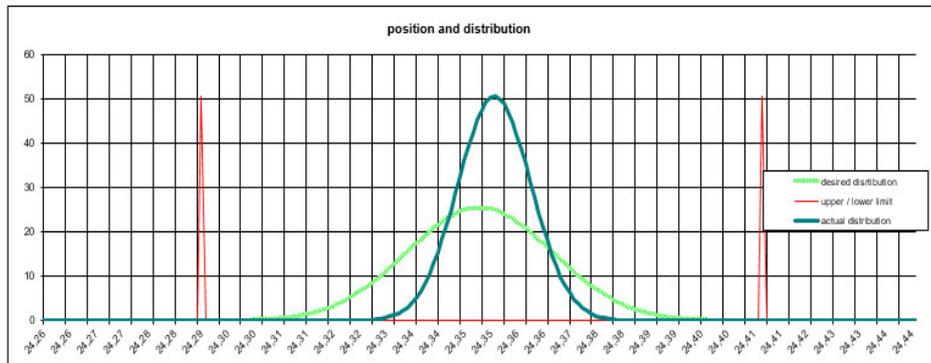
Inspector name: **Meliza Freitas**
 Evaluated by: **Armida Gomes**
 Inspection date: **26/04/2016**

Signature: _____

	Xo	S:
1	24,35	1,0
2	24,35	1,0
3	24,36	1,0
4	24,36	1,0
5	24,35	1,0
6	24,35	1,0
7	24,36	1,0
8	24,35	1,0
9	24,35	1,0
10	24,35	1,0
11	24,36	1,0
12	24,34	1,0
13	24,35	1,0
14	24,35	1,0
15	24,35	1,0
16	24,37	1,0
17	24,37	1,0
18	24,36	1,0
19	24,35	1,0
20	24,35	1,0
21	24,37	1,0
22	24,35	1,0
23	24,32	1,0
24	24,36	1,0
25	24,36	1,0
26	24,35	1,0
27	24,35	1,0
28	24,35	1,0
29	24,36	1,0
30	24,36	1,0



Xq-6s	24,3053
Xq-5s	24,3138
Xq-4s	24,3217
Xq-3s	24,330
Xq-2s	24,337
Xq-1s	24,345
Xq	24,353
Xq+1s	24,361
Xq+2s	24,369
Xq+3s	24,377
Xq+4s	24,385
Xq+5s	24,393
Xq+6s	24,401



Cavidade 3

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **Bettoa-7**
 Delphi part number: **28421800**
 Customer part number: 0
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **Maq 8**
 Tool number: **28421798MF001**
 Cavity number: **1**
 Characteristic: **Comprimento**
 Measurement equipment: **Micrometro 25 mm**

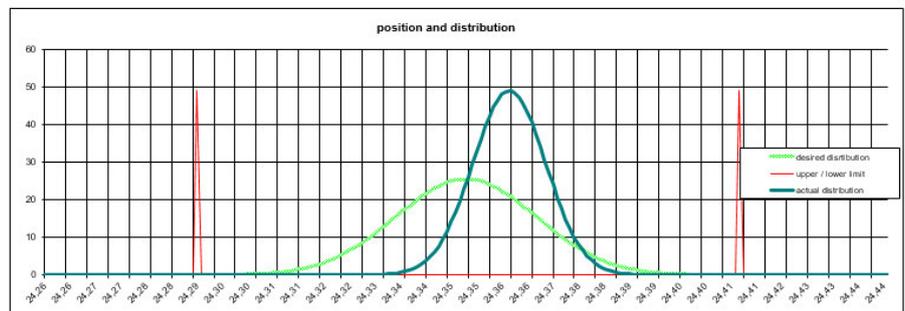
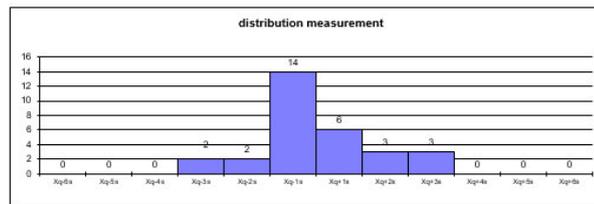
Nominal value: **24,35**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **24,41**
 Lower limit: **24,29**
 Desired PPK value: **1,67**

result: **capable**
 Pp: **2,03**
 Ppk: **1,71**
 result: **capable**

Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Arniada Gomes**
 Inspection date: **26/04/2016**

Signature: _____

	X _o	S:
1	24,35 i.O.	
2	24,36 i.O.	
3	24,36 i.O.	
4	24,36 i.O.	
5	24,37 i.O.	0,00050
6	24,36 i.O.	
7	24,36 i.O.	
8	24,36 i.O.	
9	24,36 i.O.	
10	24,38 i.O.	0,00105
11	24,34 i.O.	
12	24,36 i.O.	
13	24,37 i.O.	
14	24,36 i.O.	
15	24,36 i.O.	0,00072
16	24,37 i.O.	
17	24,37 i.O.	
18	24,38 i.O.	
19	24,36 i.O.	
20	24,38 i.O.	0,00050
21	24,36 i.O.	
22	24,35 i.O.	
23	24,35 i.O.	
24	24,36 i.O.	0,00055
25	24,34 i.O.	
26	24,35 i.O.	
27	24,36 i.O.	
28	24,36 i.O.	
29	24,37 i.O.	
30	24,36 i.O.	0,00042



Cavidade 4

DELPHI

capability study with upper and lower limit

Part name: **Bettoa-8**
 Delphi part number: **28421801**
 Customer part number: 0
 Machine description: **0**
 Machine serial number: **Maq 8**
 Tool number: **28421798MF001**
 Cavity number: **1**
 Characteristic: **Comprimento**
 Measurement equipment: **Micrometro 150 mm**

Nominal value: **30,30**
 Unit: **mm**
 Upper limit: **30,39**
 Lower limit: **30,21**
 Desired PPK value: **1,67**

result: **capable**
 Pp: **2,90**
 Ppk: **2,53**
 result: **capable**

Inspector name: **Melisa Freitas**
 Evaluated by: **Arniada Gomes**
 Inspection date: **26/04/2016**

Signature: _____

	X _o	S:
1	30,31 i.O.	
2	30,31 i.O.	
3	30,29 i.O.	
4	30,30 i.O.	
5	30,31 i.O.	0,00054
6	30,31 i.O.	
7	30,31 i.O.	
8	30,31 i.O.	
9	30,30 i.O.	
10	30,31 i.O.	0,00073
11	30,31 i.O.	
12	30,31 i.O.	
13	30,31 i.O.	
14	30,31 i.O.	
15	30,31 i.O.	0,00061
16	30,32 i.O.	
17	30,33 i.O.	
18	30,31 i.O.	
19	30,34 i.O.	
20	30,33 i.O.	0,00076
21	30,29 i.O.	
22	30,31 i.O.	
23	30,31 i.O.	
24	30,31 i.O.	
25	30,32 i.O.	0,00052
26	30,29 i.O.	
27	30,31 i.O.	
28	30,31 i.O.	
29	30,31 i.O.	
30	30,31 i.O.	0,00044

