



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Filipe António Araújo Miranda

**Projeto e desenvolvimento de um
molde bimaterial. Estudo da sua viabilidade
económica.**

Dissertação de Mestrado

Mestrado em Engenharia de Polímeros

Trabalho efetuado sob a orientação de:

Professor Doutor António Brito

Eng^a Vânia Oliveira

Outubro 2018

DECLARAÇÃO

Nome: Filipe António Araújo Miranda

Endereço eletrónico: a73333@alunos.uminho.pt Telefone: 933433014

Bilhete de Identidade/Cartão do Cidadão: 14923577

Título da dissertação: Otimização da análise de custos da empresa. Projeto e desenvolvimento de um molde bimaterial.

Orientadores:

Professor Doutor António Brito

Eng^a Vânia Oliveira

Ano de conclusão: 2018

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

A realização de uma dissertação é um processo que exige dedicação e empenho, sendo por isso muito importante o ambiente circundante para o concluir com sucesso. Assim sendo, aproveito este campo para agradecer a todos aqueles que de uma forma ou de outra me ajudaram no desenvolvimento desta dissertação, nomeadamente:

A toda a minha família, principalmente aos meus pais e irmão, por terem possibilitado todas as condições para o ingresso na Universidade e no curso de Engenharia, agradeço o apoio incondicional em todas as fases e o facto de acreditarem em mim, e nas minhas capacidades;

Aos meus colegas da Universidade, por todos os bons momentos vividos e por todo o apoio e motivação que me deram ao longo dos últimos 5 anos, serão amigos que levo para a vida;

À empresa Automoldes, e ao seu gestor, Sr. Miguel Martins, por ter permitido o desenvolvimento desta dissertação nas suas instalações onde me foram concedidas todas as condições para que este trabalho decorresse da melhor forma possível;

A toda a equipa Automoldes, aos colaboradores do projeto: Adrien Andrade, Nuno Santos, João Miranda e Miguel Ferreira, às colegas do secretariado Marta Sousa e a Juliana Ferreira e principalmente à Engenheira Vânia Oliveira, e ao Engenheiro Ricardo Couto, por todo o apoio que me deram em tudo o que fui necessitando, mas principalmente pela prestabilidade, pelo companheirismo e pelos conhecimentos transmitidos ao longo da realização desta dissertação;

Aos meus orientadores, tanto na empresa, a Engenheira Vânia Oliveira, como na Universidade do Minho, o Professor António Brito, pela disponibilidade, pela orientação e pelo apoio incondicional dado ao longo de todo o trabalho realizado aquando desta dissertação;

E por fim queria também agradecer ao Departamento da Engenharia de Polímeros, por ter permitido o desenvolvimento da dissertação em ambiente industrial, facto que me permitiu aplicar e desenvolver os conhecimentos adquiridos ao longo do meu curso de Engenharia de Polímeros, mas principalmente possibilitou adquirir novos conhecimentos e experiencias, que eu considero essenciais para o meu futuro no mundo do trabalho, mostrando-me as rotinas e adversidades que existem num ambiente industrial;

O meu muito obrigado a todos!!

RESUMO

Atualmente os polímeros são um dos materiais mais utilizados no mundo inteiro por diversas indústrias, sendo o conhecimento sobre o seu processamento de extrema importância para os profissionais da área. A moldação por injeção é a técnica predominante e atualmente, surgem diversas vertentes desta para otimizar a eficácia dos produtos finais.

Um dos fatores mais importantes e críticos para a boa prática da moldação por injeção é o molde. O molde é uma das ferramentas mais importantes do processo de injeção, pois, vai influenciar diretamente o produto e o processo. Assim sendo, conhecimento sobre os moldes torna-se de extrema importância na produção de peças por injeção, uma vez que estes estão no início da cadeia.

A indústria Portuguesa de moldes, é reconhecida internacionalmente, ocupando o 3º lugar a nível europeu e o 8º a nível mundial como produtora de moldes. A base desse reconhecimento, é a inovação e desenvolvimento tecnológico das empresas, para além, da elevada complexidade incorporada nos moldes desenvolvidos, sem esquecer o fator económico. Num mercado cada vez mais competitivo, é importante a aposta na otimização dos processos produtivos, para rentabilizar o produto final.

Uma das atuais preocupações é a diminuição de processos extra-produção, como por exemplo montagens de componentes, ou de várias peças plásticas, maquinaria, pintura, gravação, etc, processos estes que são imperativos para a obtenção do produto final desejado. Assim sendo a otimização de processos de forma a concentrar várias etapas numa só, mesmo que esta se torne mais dispendiosa, a longo/curto prazo pode compensar.

Um caso real é a produção de peças bimatéria numa só etapa, onde com um só molde se conseguem obter peças com 2 materiais, sendo que, num caso normal, as peças seriam produzidas de forma convencional 2 moldes e um operador/sistema auxiliar a transpor a peça do 1º molde para o molde que injeta o 2º material.

Nesta perspetiva torna-se importante o estudo mais minucioso dos moldes e técnica de bi-injeção. Assim sendo, nesta dissertação vai-se desenvolver um molde bimatéria, para um conjunto de peças em que já foram desenvolvidos 2 moldes convencionais, com o objetivo de fazer uma análise das mais valias do desenvolvimento de um molde bimatéria, relativamente à hipótese convencional.

Conclui-se que, para este caso, a partir das 9000 peças a produzir, o desenvolvimento de um molde bimatéria é a hipótese mais viável

Palavras chaves: Moldes bimatéria, prato rotativo, custo por molde

ABSTRACT

Polymers are currently one of the most used materials in the world by several industries, and its extremely important for the professionals that handles them, to know everything about processing it. Injection moulding is the predominant technique, and there are a few different angles to explore in order to optimize its efficiency.

One of the most important and critical factors for a successful injection is the mould. It's one of the most important tools, as its going to have a large impact on the end product and how it is processed. Moulds knowledge is, therefore, extremely important for injection parts production, as it is right at the beginning of chain.

Portuguese moulding industry is internationally renowned, occupying the 3rd place in Europe, and 8th world wide in mould producing. This level of recognize comes from company's innovation and technological development; the high complexity incorporated on developed moulds; and from economic factors. In this competitive market, it is very important to optimize production processes, in order to monetize end products.

One of nowadays interests consists in minimizing pos-production processes like component assembly, machining, painting, engraving, etc; therefore, optimizing some of these processes by joining various stages in a single one, even if more expensive, may prove to be worthwhile.

Bimaterial part production, in one stage, is a real option. A single mould can inject a part with 2 different materials, setting aside the conventional method that relies on 2 moulds, double time, and an operator/auxiliary system. It becomes important then, the research and development of this bi-injection technique, as it may bring advantages over the conventional methods.

This dissertation will focus in developing a bi-injection mould, for a group of parts that were already developed in 2 conventional moulds, with the purpose of analysing the pros and cons of this new technique.

It is concluded that for this case, from the 9000 pieces to be produced, the development of a bi-material mold is the most viable hypothesis.

Key words: Bimaterial mould, rotating plate, cost per mould.

ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Índice de Figuras	xi
Índice de Tabelas.....	xiii
Índice de Gráficos	xiii
1. Introdução.....	1
1.1 Enquadramento.....	1
1.2 Apresentação das instituições.....	1
1.2.1 Universidade do Minho.....	1
1.2.2 Automoldes	2
1.3 Objetivos.....	5
1.4 Estrutura.....	5
2. Estado de arte	7
2.1 Importância dos polímeros no mundo	7
2.2 Técnicas de processamento de polímeros.....	8
2.3 Processamento de polímeros por moldação por injeção.....	9
2.4 Moldes para moldação por injeção	11
2.5 Importância da análise de custos nas empresas	24
2.6 Diferenciação entre custos fixos e variáveis.....	27
2.7 Diferenciação de custos diretos ou custos indiretos	27
2.8 Determinação do valor hora/homem	28
2.9 Determinação do valor Hora/máquina.....	30
3. Desenvolvimento do molde bimaternal	34
3.1 Moldes já desenvolvidos e em produção	35
3.2 Projeto de um molde bimaternal com prato rotativo.....	38
4. Otimização da análise de custos da empresa.....	49
4.1 Cálculo do valor hora/homem	49
4.1.1 Determinação do número de dias uteis de trabalho no ano.....	49
4.1.2 Determinação dos tempos de paragens	49

4.1.3	Determinação do tempo efetivo de trabalho	50
4.1.4	Cálculo do valor hora/homem	50
4.2	Calcular valor hora/máquina	51
4.3	Folha de cálculo para determinar valor hora/secção da Automoldes	53
5.	Cálculo dos custos de produção dos moldes	55
6.	Análise dos resultados	62
7.	Conclusões e sugestões para trabalhos futuros	65
7.1	Conclusões.....	65
7.2	Sugestões para trabalhos futuros	66
Bibliografia.....		67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Universidade do Minho, no campus de Azurém, em Guimarães.	1
Figura 2 – Logótipos das escolas e institutos da Universidade do Minho.	2
Figura 3 – Logótipo da empresa.....	3
Figura 4 – Diferentes etapas de produção de um molde – Automoldes.....	4
Figura 5 – Ciclo de injeção	10
Figura 6 – Máquina de injeção e as unidades que a constitui.	11
Figura 7 – Esquema de um molde.....	12
Figura 8 – Constituição típica de um molde	12
Figura 9 – Moldação bimaterial - transferência.	15
Figura 10 – Moldação bimaterial com prato rotativo.....	16
Figura 11 – Molde bimaterial - movimentos rotativos.....	16
Figura 12 – Molde bimaterial - rotação da parte móvel.....	17
Figura 13 – Molde bimaterial - rotação da parte móvel.....	17
Figura 14 – Molde bimaterial - rotação de uma placa do molde.....	18
Figura 15 – Molde bimaterial - rotação de uma placa do molde.....	18
Figura 16 – Molde bimaterial - rotação de um inserto do molde.....	19
Figura 17 – Molde bimaterial - rotação de um inserto do molde.....	19
Figura 18 – Molde bimaterial - rotação vertical da placa do molde.	20
Figura 19 – Molde de bimaterial - cubo com rotação 90° sobre o centro.	20
Figura 20 – Prato rotativo.....	21
Figura 21 – Molde bimaterial com prato rotativo	21
Figura 22 – Exemplo de peça com boa adesão entre os diferentes materiais	22
Figura 23 – Exemplo de peça onde não existe adesão entre os materiais.....	22
Figura 24 – ClipArt do pensamento empresarial	25
Figura 25 – Esquema do ciclo típico produtivo de uma empresa, e suas óticas.	25
Figura 26 – Custos associados a um colaborador	29
Figura 27 – Carga fiscal sobre as empresas em Portugal.	31
Figura 28 – Peça a estudar.....	34
Figura 29 – Esquema do sistema de injeção do molde que produz a peça em ABS....	35
Figura 30 – Cavidade do molde que produz a peça em ABS.....	35
Figura 31 – Bucha do molde que produz a peça em ABS.....	36

Figura 32 – Sistema de injeção do molde que sobreinjeta o SEBS.....	36
Figura 33 – Cavidade do molde que sobreinjeta a peça com SEBS.	37
Figura 34 – Bucha do molde que sobreinjeta a peça com SEBS.	37
Figura 35 – Molde bimaternal desenvolvido	38
Figura 36 – Cavidade do molde bimaternal desenvolvido.....	39
Figura 37 – Bucha do molde bimaternal desenvolvido.....	39
Figura 38 – Sistemas de alimentação do molde bimaternal desenvolvido.....	40
Figura 39 – Sistema de injeção do 1º material (ABS).....	41
Figura 40 – Sistema de injeção do 2º material (SEBS).....	41
Figura 41 – Esquema de extração das peças e gitos.....	42
Figura 42 – Sistemas de extração do molde.	43
Figura 43 – Elementos móveis do molde.	43
Figura 44 – Movimentos mecânicos do molde.	44
Figura 45 – Arrefecimento lado fixo.....	45
Figura 46 – Esquemas do sistema de controlo da temperatura do molde	46
Figura 47 – Folha de cálculo para determinar valor hora/homem	54
Figura 48 – Folha de cálculo para determinar valor hora/máquina.....	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de compatibilidade entre alguns polímeros	23
Tabela 2 – Descrição das especificações do molde.....	47
Tabela 3 – Determinação do número de dias úteis de trabalho.....	49
Tabela 4 – Tempos de paragens durante o ano de 2017.....	50
Tabela 5 – Determinação do valor hora/homem por secção	51
Tabela 6 – Determinação do valor hora máquina	52
Tabela 7 – Determinação do valor hora/secção	53
Tabela 8 – Custo de mão-de-obra molde 1	55
Tabela 9 – Custo de matéria-prima molde 1	56
Tabela 10 – Custo final molde 1	56
Tabela 11 – Custo de mão-de-obra molde 2	56
Tabela 12 – Custo de matéria-prima molde 2	57
Tabela 13 – Custo final molde 2	57
Tabela 14 – Custo de mão-de-obra molde 3	58
Tabela 15 – Custo de matéria-prima molde 3	58
Tabela 16 – Custo final molde 3	58
Tabela 17 – Custo final das hipóteses	61
Tabela 18 – Custo final dos moldes.	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Custo total de cada hipótese vs volume de produção total	64
Gráfico 2 – Ponto de interseção das hipóteses 1 e 2 com a hipótese 3	65

1. INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

Este trabalho foi desenvolvido em ambiente industrial, na empresa Automoldes, uma empresa de referência na fabricação e manutenção de moldes, para produção de peças plásticas processadas por injeção, sendo a empresa certificada com a norma NP EN ISO 9001:2008.

1.2 Apresentação das instituições

1.2.1 Universidade do Minho

Fundada em 1973, a Universidade do Minho, recebeu os primeiros estudantes no ano letivo de 1975/76. Hoje, é reconhecida pela competência e qualidade dos professores, pela excelência na investigação, pela ampla oferta formativa graduada e pós-graduada e pelo seu alto nível de interação com outras instituições. Por estas razões, a Universidade é um agente central na região, uma importante referência nacional e um parceiro reconhecido no panorama europeu e global.[1]

Localizada no Norte de Portugal, a Universidade tem um campus na cidade de Braga, o em Gualtar, e dois na cidade de Guimarães, o de Couros e o de Azurém, sendo que a entrada deste último está representada na Figura 1.[1]



Figura 1 – Universidade do Minho, no campus de Azurém, em Guimarães.

Com cerca de 19500 estudantes, sendo que desses, 12500 são estudantes de licenciatura ou de mestrado integrado e 2000 estudantes de doutoramento, e com aproximadamente 1300 professores e 600 funcionários, a Universidade do Minho é uma das maiores universidades do país.[1]

As unidades orgânicas de ensino e investigação, são as estruturas base da universidade, sendo 11 no total, e identificam-se através do seu logótipo, Figura 2.[1]

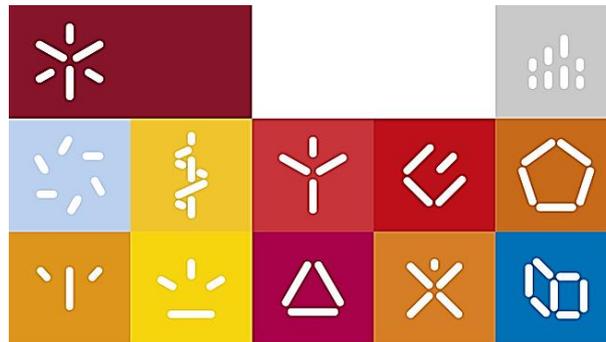


Figura 2 – Logótipos das escolas e institutos da Universidade do Minho.

A universidade, está comprometida com a cadeia de valorização do conhecimento, nomeadamente, Investigação, Desenvolvimento e Inovação, e está também voltada para a envolvente socioeconómica, possuindo inúmeras parcerias de sucesso em projetos de investigação, culturais e de desenvolvimento socioeconómico.[2]

A Universidade do Minho é hoje claramente uma Universidade de Investigação. Isso reflete-se na posição que tem vindo a assumir nos principais rankings internacionais, nomeadamente o Ranking Leiden, o principal ranking ligado à investigação científica, sendo um ranking bibliométrico, mas também nos grandes rankings da “Times Higher Education” (THE), quer no ranking global quer no ranking THE das universidades com menos de 50 anos.[2]

A internacionalização representa um forte compromisso para a Universidade do Minho, sendo as atividades internacionais muito intensas, não só no espaço da UE e dos PALOP, mas também em diversos outros países, de outros Continentes.[2]

1.2.2 Automoldes

Fundada em 1 de março de 2001, a AUTOMOLDES dedica-se essencialmente à fabricação de moldes metálicos, para produção de peças plásticas técnicas moldadas por injeção e manutenção dos mesmos durante o seu ciclo de produção.[3]

A AUTOMOLDES, localiza-se na Zona Industrial do Soeiro, em S. Mamede do Coronado, na Trofa. Na Figura 3, pode-se observar o logótipo da empresa.[3]



Figura 3 – Logótipo da empresa.

A AUTOMOLDES é constituída por uma equipa com uma vasta experiência na indústria dos moldes e coloca à disposição das empresas um conjunto de serviços que acredita ir ao encontro das necessidades dos seus clientes. [3]

É uma empresa de referência na fabricação e manutenção de moldes, para produção de peças plásticas processadas por injeção, sendo a empresa certificada segundo a norma NP EN ISO 9001:2008. [3]

A AUTOMOLDES desde que opera no mercado dos moldes já passou por várias fases, destacando-se entre elas: a fase inicial onde se fundou e entrou no mercado, nesta fase a empresa passou por uma busca constante por mercado e tentou estabelecer-se no ramo. Esta fase durou cerca de 5 anos. [3]

Uma segunda fase passou pelo crescimento a nível de recursos e alguma tecnologia, de forma a conseguir responder as exigências do mercado. [3]

Numa terceira fase, que é a atual, em que a empresa já detém experiência no ramo e pretende executar um plano de investimentos e requalificar-se a todos os níveis passando de uma situação de relativa normalidade, para uma situação em que se equipará com máquinas e equipamentos mais evoluídos e modernos por forma a conseguir entrar em mercados internacionais, aumentando, desde já, a sua competitividade nacional e internacional. [3]

A empresa está organizada por secções onde especificamente fazem diferentes etapas do trabalho de construção do molde. A Figura 4 mostra uma representação esquemática dessas secções:

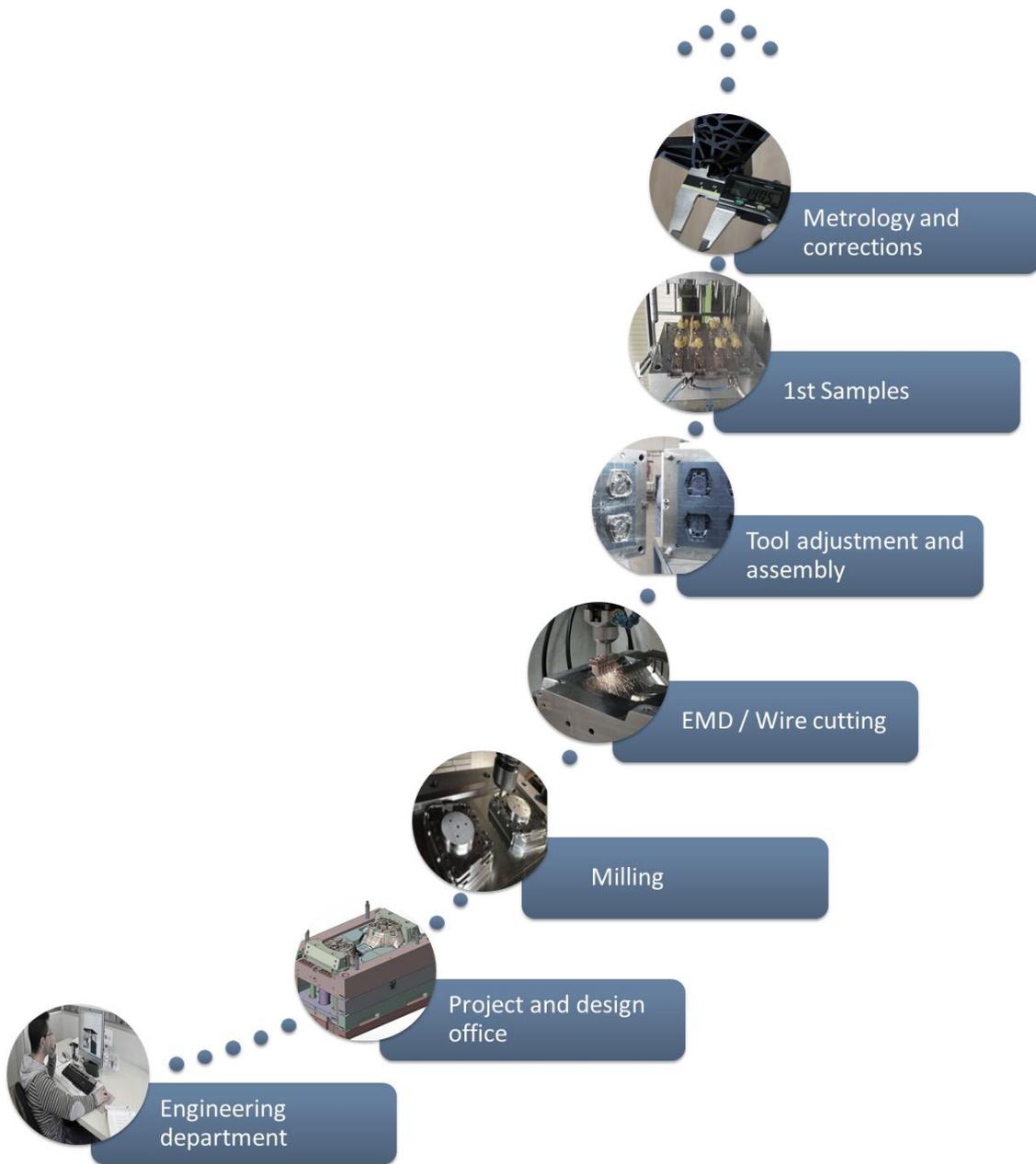


Figura 4 – Diferentes etapas de produção de um molde – Automoldes

1.3 Objetivos

O principal objetivo desta dissertação é estudar as vantagens de construir um molde bimaterial comparativamente à construção de dois moldes convencionais., para a produção de uma peça com dois materiais.

Para o efeito utilizou-se um caso real de uma peça bimaterial para a qual foram desenvolvidos 2 moldes na empresa. Nesta dissertação projetou-se um molde bimaterial para a mesma peça.

Posto isto serão analisados os custos de ambas as opções por forma a tirar conclusões plausíveis e realistas e para se fazer uma análise de qual a melhor solução, e se faz sentido pensar em moldes bimaterial.

1.4 Estrutura

Esta dissertação está estruturada em 5 capítulos:

Capítulo 1 - Enquadramento, apresentação das instituições, plano e objetivos;

Capítulo 2 - Estado da arte;

Capítulo 3 - Engloba o projeto e desenvolvimento do molde bimaterial;

Capítulo 4 - Aborda os cálculos necessários para obtenção dos custos finais implícitos aos moldes para a produção de uma bimaterial, sendo feita a análise aos mesmos.

Capítulo 5 - Conclusões.

2. ESTADO DE ARTE

2.1 Importância dos polímeros no mundo

Os polímeros, ou também designados, após aditivação, por plásticos, foram essenciais para o desenvolvimento do mundo como o conhecemos hoje. Eles estão presentes nas mais diversas áreas, desde a construção civil, às telecomunicações, passando pela indústria automóvel, e até na medicina. Sem eles muitos dos bens fundamentais no cotidiano da humanidade dificilmente existiriam.

Na atualidade, um automóvel é constituído, quanto ao volume, por cerca de 50% de plástico, mas quando analisado relativamente ao peso, essa percentagem apenas corresponde a cerca de 10%.

Os polímeros ganharam um papel de relevo durante as últimas décadas, principalmente na indústria automóvel, tratando-se do principal mercado para as empresas de injeção de peças em plástico, sendo responsável por cerca de 70% da sua produção. [4]

A indústria automóvel é um dos exemplos em que a incorporação dos polímeros foi uma mais-valia. Ela viu nos polímeros uma alternativa aos materiais tradicionais, como o metal, o alumínio e o vidro. Com esta substituição, e devido ao seu baixo peso específico, facilidade de transformação e possibilidade de obtenção de peças complexas com o acabamento pretendido em apenas uma operação de fabrico, a indústria automóvel atingiu uma redução do peso final do automóvel, permitindo um melhor aproveitamento da potência do motor, que conjuntamente com a menor quantidade de processos para obtenção de uma peça, levaram a uma diminuição das emissões de CO₂. [5]

O impacto ambiental, é um dos grandes inconvenientes da utilização dos polímeros, devido à sua proveniência, mais concretamente do petróleo, e também devido à sua baixa degradabilidade no meio ambiente. Atenuar este impacto, é o grande desafio para o futuro dos polímeros.

2.2 Técnicas de processamento de polímeros

Existem várias técnicas de processamento de polímeros. A seleção da técnica a utilizar, depende de muitos fatores como: quantidade e taxa de produção, precisão dimensional e acabamento superficial, forma e detalhe do produto, natureza do material e tamanho do produto final.

Em geral, as técnicas de processamento são caracterizadas em 3 fases: uma primeira fase onde há o aquecimento do polímero, de forma a amolecê-lo ou a fundi-lo; uma segunda fase onde ocorre a enformação, na qual o material, sob algum tipo de restrição, toma uma determinada forma; e por fim uma terceira fase onde ocorre o arrefecimento do plástico com a forma pretendida.

As diversas técnicas de processamento de polímeros existentes são:

- **Moldação por injeção:** consiste na enformação do material polimérico, previamente fundido, dentro de um molde, ocorrendo posteriormente o arrefecimento e extração da peça. Também existe a micromoldação por injeção: é o mesmo método da moldação por injeção, só que para peças de pequenas dimensões e de geometrias complexas; [6] e [7]
- **Extrusão:** é uma das técnicas mais utilizadas a par da moldação por injeção, e consiste em forçar a passagem do material através de uma fiação, adquirindo a forma pré-definida da mesma. A extrusão pode ser: de filme, de folha e tubular; [7]
- **Moldação sopro:** permite produzir peças ocas, insuflando um tubo de plástico aquecido contra as paredes frias de um molde, de forma a obter a forma pretendida – peças simples e sem rigor; [6] e [7]
- **Moldação rotacional:** permite a produção de peças ocas de grandes dimensões e também de multicamada, introduz-se polímero em pó no molde, este é aquecido, fundindo e distribuindo pelo molde, devido ao movimento de rotação imposto segundo dois eixos até que o material toma a forma do molde; [6] e [7]
- **Termoformação:** aquece-se uma folha de plástico até ficar deformável (acima de T_g), sendo empurrada de seguida para dentro de um molde, recorrendo a um contramolde ou por aplicação de vácuo. Peças de espessura muito reduzida; [6] e [7]

- Calandragem: através de uma calandra, que possui um conjunto de cilindros aquecidos, faz-se passar o material polimérico, e com os cilindros a rodar com velocidades diferentes, obtém-se filmes planos, chapas e laminados; [8]
- Moldação por compressão: recorrendo a uma prensa de pratos aquecidos, o material polimérico é colocado num molde, onde é fundido e compactado de forma a obter peças com a forma impressa no molde. [9]

De todos os métodos de processamento de polímeros acima descritos nesta dissertação vai-se focar na moldação por injeção que é de certa forma o método de processamento mais versátil de todos e com maior presença na indústria.

2.3 Processamento de polímeros por moldação por injeção

O processo de moldação por injeção, é talvez o mais importante de todos os métodos de processamento de polímeros. Trata-se de uma técnica de moldação que pode ser definida como o processo a partir do qual um material inicialmente no estado sólido, é depositado na tremonha de uma máquina de injeção e seguidamente é aquecido a fim de plasticizar; numa fase posterior, o material “fundido”, é forçado (sob pressão) a entrar para o interior da impressão do molde, que tem a forma que se pretende para a peça. O molde é posteriormente arrefecido, através da passagem de fluidos no interior do molde, a peça plástica recupera a rigidez necessária para que possa ocorrer a extração/ejeção da peça, sem que ocorram alterações à forma final pretendida para a peça. [10]

Este processo é bastante versátil, pois permite produzir peças com geometrias muito complexas e com uma grande precisão dimensional, não necessitando de um acabamento final posterior. Trata-se também de um método altamente reprodutível e automatizado, o que permite ter um baixo custo de mão de obra, e conseqüentemente, diminuir o custo por peça para grandes séries de produção. Os poucos inconvenientes que este processo tem são: o elevado investimento inicial, para aquisição de todos os componentes necessários para a produção (máquina de injeção, molde e equipamentos auxiliares); a grande quantidade de desperdícios (sistema de alimentação); e também o facto de só ser aconselhável para peças finas (espessuras < 3-4 mm). [10]

A moldação por injeção é um processo cíclico, onde o conjunto das operações necessárias à produção de uma peça moldada por injeção designa-se por ciclo de moldação, representado na Figura 5. [11]



Figura 5 – Ciclo de injeção

O processamento do material polimérico, é realizado numa máquina de injeção.

Apesar de existirem diferentes tipos de máquinas, as unidades funcionais que as constituem são as mesmas, nomeadamente:

Unidade de injeção: tem como função promover o transporte, o aquecimento, a plastificação e a homogeneização do material desde a base da tremonha até ao bico de injeção, garantindo também numa fase posterior a injeção e pressurização do fundido no interior do molde. [10]

Unidade de fecho: tem como função permitir a fixação e a movimentação do molde (abertura e fecho), devendo ser capaz de manter o molde fechado durante as fases de injeção e de compactação e também integra os dispositivos necessários à extração das peças moldadas. [10]

Unidade de potência: tem como função fornecer a energia adequada aos diversos atuadores da máquina, e geralmente é utilizado um sistema electro-hidráulico, onde a bomba é acionada através de um motor elétrico, fornecendo a energia necessária para o bom funcionamento da máquina injetora. [10]

Unidade de controlo: tem como função garantir a consistência e repetibilidade do funcionamento da máquina, sendo que é nesta unidade que estão centralizadas as operações e os dispositivos necessários para assegurar a monitorização e controlo das diversas variáveis do processo, servindo também de interface com o operador. [10]

Molde: Para além da máquina de injeção, o processo de moldação por injeção implica a existência de um molde que define a geometria do produto final. Trata-se de uma ferramenta constituída por, pelo menos, duas partes: a parte fixa (lado da injeção), onde por norma se encontra a cavidade (parte fêmea do molde que define a forma externa da peça); e a parte móvel, onde por norma se localiza a bucha (parte macho do molde, que define a forma interna da peça); que são mantidas fechadas durante a injeção e pressurização do material fundido, definindo a impressão da peça, e subsequente arrefecimento, abrindo numa fase posterior para a ejeção da peça moldada. [12]

Na Figura 6 está representada uma máquina de injeção onde se identificam essas unidades funcionais.[10]

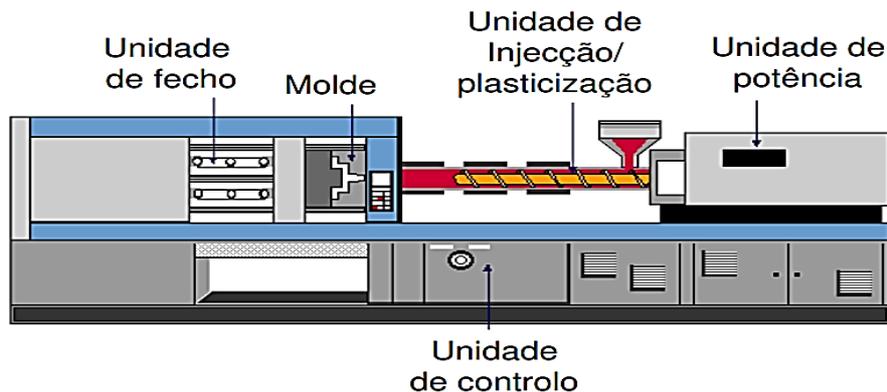


Figura 6 – Máquina de injeção e as unidades que a constitui.

O processo de injeção de plásticos é um processo de uma elevada complexidade, pois é necessário saber identificar e controlar um elevado número de parâmetros associados ao processo, para obter um produto final com as especificações pretendidas.

Esta dissertação vai-se focar os estudos duma destas unidades, mais especificamente – o molde.

2.4 Moldes para moldação por injeção

O processo de moldação por injeção envolve sempre a existência de um molde, que de uma forma simplificada, é um acessório, que permite a enformação das peças numa máquina de injeção, definindo assim a geometria do produto final. É de salientar que, cada molde é singular e geralmente é necessário um molde diferente para cada peça que se pretende processar.

Os moldes são uma parte fundamental no processo de moldação por injeção, podendo variar em tamanho, tipo ou grau de complexidade/sofisticação, consoante: o número de peças a produzir, as especificações estipuladas para as mesmas, e a capacidade da máquina em que ele vai trabalhar. Sendo que, na sua forma mais simplificada os moldes são constituídos por duas metades que se ajustam, definindo um volume, a impressão, com a configuração da peça que se pretende obter. Estando representado na Figura 7, uma estrutura típica de um molde, e na Figura 8, a sua constituição. [12]

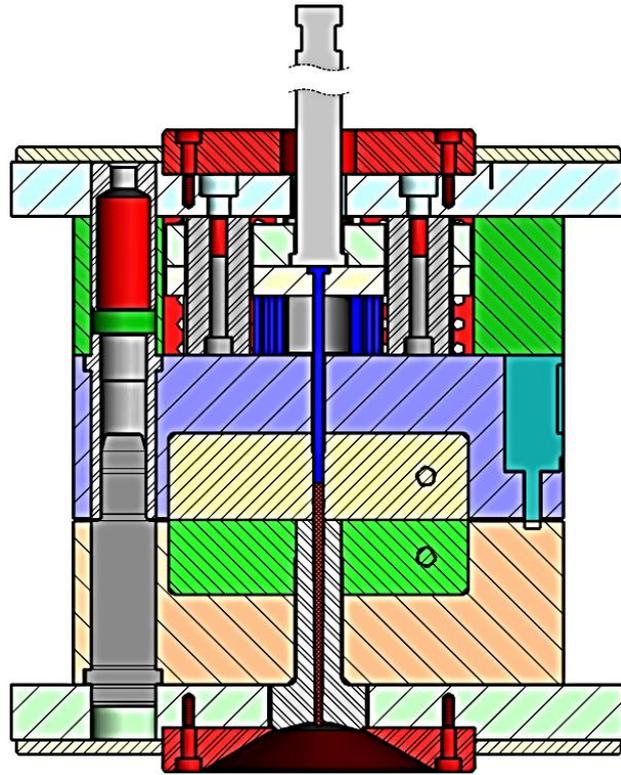


Figura 7 – Esquema de um molde

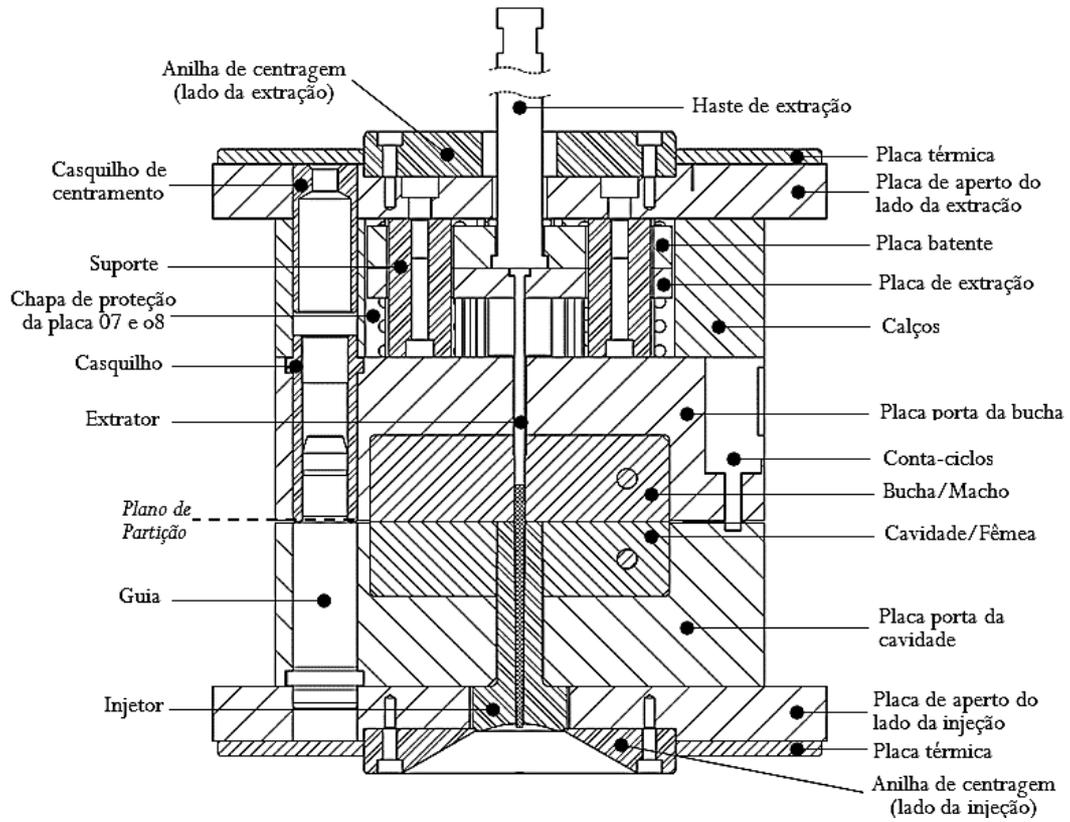


Figura 8 – Constituição típica de um molde

A principal variante no preço de um molde, é a sua complexidade e o número de impressões que este irá fazer por cada ciclo.

Os materiais normalmente utilizados para produzir um molde são: aço recozido, aço temperado, aço pré-tratado ou alumínio. O seu preço é proporcional à sua resistência ao desgaste, sendo que o aço temperado é o que possui uma maior resistência, seguido do aço pré-tratado, recozido e por último o alumínio. Um dos principais requisitos para a escolha do material a utilizar no molde é o número de peças que esta irá produzir ao longo da sua vida útil, o material plástico a injetar, e o acabamento a dar à peça/aço. Por exemplo: o alumínio é utilizado apenas para moldes protótipos de muito baixa cadencia, embora hoje em dia mesmo em protótipos se recorre com frequência a aços pré-tratados.

Um molde pode ser considerado como uma estrutura onde são montados/maquinados os chamados sistemas funcionais que, como o próprio nome indica, são os sistemas que permitem que os moldes cumpram as suas funções. [12]

Os moldes de injeção podem ser classificados como:

- Moldes de canais frios – a injeção do material é feita diretamente em canais não aquecidos desde que saí do bico da máquina até chegar às impressões, obtendo-se normalmente as peças e o canal de alimentação como resultado final;
- Moldes de 2 placas – moldes com apenas uma abertura;
- Moldes de 3 placas – moldes com uma pré-abertura, normalmente para separar os sistemas de alimentação das peças de forma a que em máquina haja logo separação física dos dois componentes.
- Moldes de canais quentes – têm uma camara quente que mantem o material quente desde o bico da máquina ate à impressão, normalmente o resultado é apenas a peça plástica;

Para além desta classificação, também existem moldes que podem englobar dois ou mais sistemas, em simultâneo, como é o caso, por exemplo, dos moldes bimaterial, podem ter um material a injetar com canal quente e o segundo material a injetar com canal frio.

Os moldes para injeção podem ser mais simples ou mais complexos conforme a exigência da peça a ser produzida, podendo ser: moldes simples abre/fecha; com movimentos mecânicos/hidráulicos; com movimentos à extração como por exemplo balances (para desmoldar pequenas contra saídas no interior das peças); podem ter necessidade de levar posições para zonas frágeis; com dupla extração; com troca de versões – posições intermutáveis; entre muitos outros.

O que vai determinar o tipo de molde e sua dificuldade será: a complexidade da peça, a quantidade de peças a produzir em cada ciclo, designado como número de cavidades, a quantidade de peças que o molde irá fazer na sua vida útil, o equipamento disponível e o fator económico, sendo este último, por norma, o mais decisivo de todos.

A produtividade do molde ao longo da sua vida útil, pode ser decisivo para a escolha do tipo alimentação - canais quentes ou frios, visto que o gito não faz parte da peça e se a quantidade de peças for muito elevada o desperdício de material pode compensar o investimento num sistema quente, caso a peça não admita a adição de reciclado, neste caso podem-se aproveitar os gitos e incorporar novamente na máquina, mas este fator implica sempre mais uma operação extra.

Atualmente a demanda de mercado obriga a que se façam cada vez mais peças, mais rapidamente, o mais complexas possíveis, e no menor número de operações possível.

O mercado precisa de produtos finais, estes produtos contêm por norma muitos diferentes conjuntos de peças, e para obter o produto final são necessários milhares de peças, como é o caso da indústria automóvel. O carro, neste caso tem diversos conjuntos que tem diferentes conjuntos de diferentes peças, onde todos montados originam o produto final.

Para responder às exigências de mercado, a indústria tem-se focado na tentativa de conseguir simplificar ao máximo todos os processos necessários até a obtenção do produto final. Uma maneira de simplificar, é a utilização de moldes bimatériau, em que é possível executar num único processo de injeção, uma peça plástica que é constituída por 2 materiais, facto que exigiria, num processo convencional fazer 2 moldes e dois processos de injeção.

2.4.1 Moldes bimatériau:

A técnica de injeção bimatériau, utiliza moldes que permite moldar dois ou mais materiais num único processo, sendo que esses materiais podem ser diferentes (compatíveis ou não), ou o mesmo material, mas com diferentes cores.

Visto que, este processo envolve a injeção de dois materiais diferentes, seja na composição ou na cor, são necessárias duas unidades de injeção diferentes. Os processos de injeção dos materiais podem ser sequenciais, ou simultâneos. [13]

Quando os materiais são injetados conjuntamente na cavidade, (processo simultâneo), numa única etapa, a linha da solda resultante da junção dos fundidos, é difícil de controlar, sendo por isso um processo raramente utilizado. [13]

No processo sequencial, os componentes são injetados em diferentes cavidades. Neste caso, é feita uma pré-forma, com o primeiro material, que é posteriormente moldada por um segundo material num segundo processo, noutra cavidade. Isto possibilita definir a forma geométrica com que irá ser feita a conexão dos materiais, permitindo assim, obter propriedades bem definidas.[13]

Este processo pode ser feito em duas etapas de injeção, primeiro injeta o primeiro material e posteriormente sobreinjeta o segundo material, havendo transferência da peça da posição inicial para a segunda posição, ou pode ser feito numa única máquina, num molde com duas cavidades distintas onde a peça só é extraída quando está finalizada, sendo este caso o preferível, pois permite uma otimização da produção.[13]

Posto isto, a moldação bimaterial pode ser feita pelos seguintes processos:

- Transferência das moldações de uma máquina para a outra recorrendo a robots ou operadores; [6] e [14]
- Transferência das moldações da 1ª para a 2ª posição de injeção, no mesmo molde, recorrendo a robots; [6] e [14]
- Rotação incorporada no molde ou no prato da máquina. [6] e [14]

A grande diferenciação entre a técnica de transferência e a rotativa, é que a de transferência, obriga a que a pré-forma do 1º material, seja desmoldada durante abertura do molde, recorrendo a um sistema robótico, ou manual, para executar o movimento de translação entre a cavidade do 1º material e a do 2º material, como esquematizado na Figura 9, enquanto que a técnica rotativa, a pré-forma mantém-se fixa na secção do molde que executa a rotação, e apenas ocorre a transferência, por rotação do prato da máquina, como indicado na Figura 10, ou pela rotação incorporada na máquina, de uma cavidade para a outra. [6] e [13]

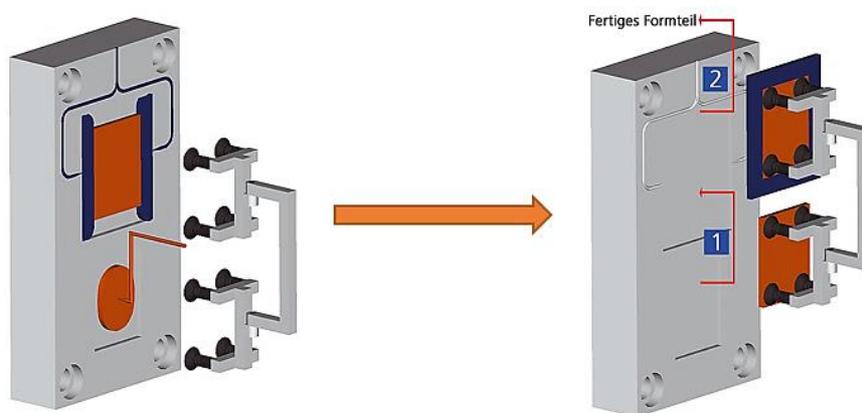


Figura 9 – Moldação bimaterial - transferência. [15]

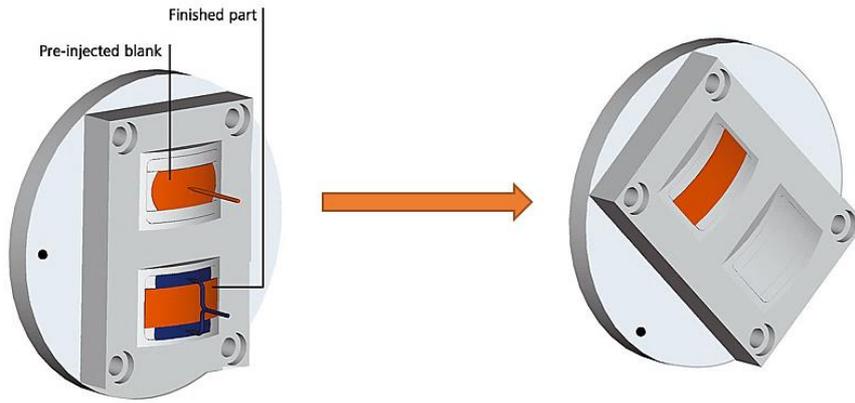


Figura 10 – Moldação bimaterial com prato rotativo. [16]

2.4.2 Moldes com movimentos rotativos

O princípio de funcionamento de um molde, com movimentos rotativos, independentemente da variante da técnica rotativa utilizada, é sempre o mesmo. Durante cada ciclo, uma pré-forma e uma peça sobremoldada são fabricadas simultaneamente. Após a abertura do molde, ocorre a extração da peça sobremoldada, de seguida, a pré-forma é transportada para a cavidade onde será injetado o 2º material, por um movimento de rotação, por forma a obter a peça sobremoldada. [13]

Esse processo, está representado na Figura 11.[13]

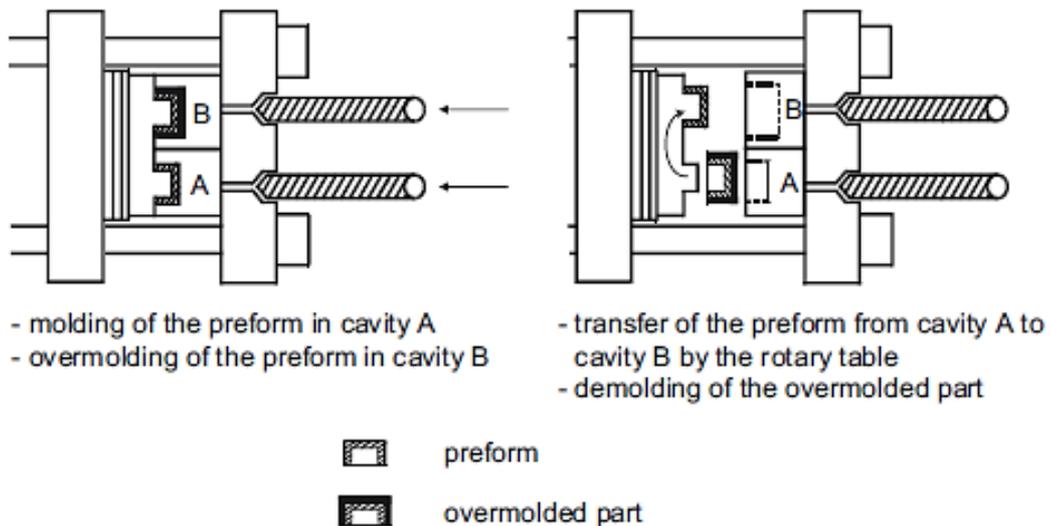


Figura 11 – Molde bimaterial - movimentos rotativos.

As formas como se processa o movimento de rotação, são as seguintes:

- Rotação da parte móvel do molde - Figura 12 e Figura 13. [14]

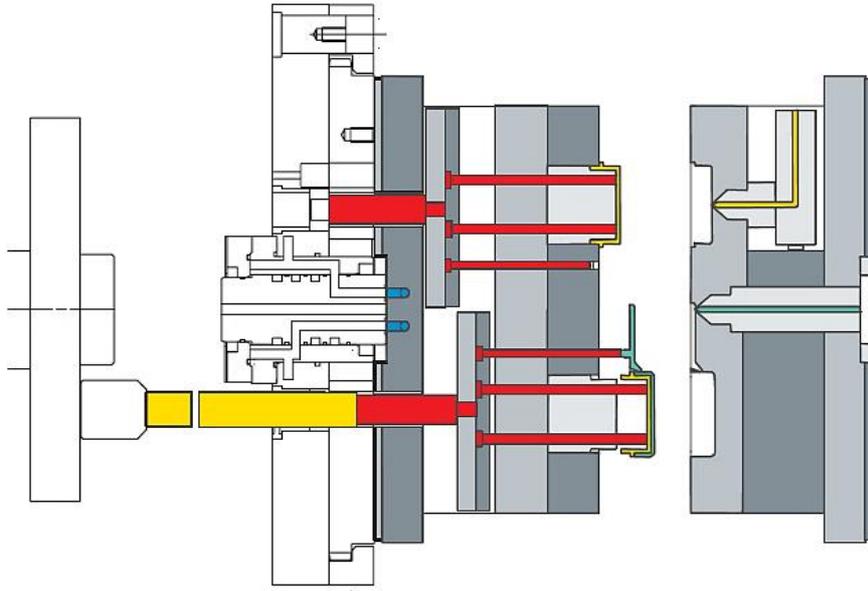


Figura 12 – Molde bimaterral - rotação da parte móvel.



Figura 13 – Molde bimaterral - rotação da parte móvel.

- Rotação de uma placa do molde - Figura 14 e Figura 15.[14]

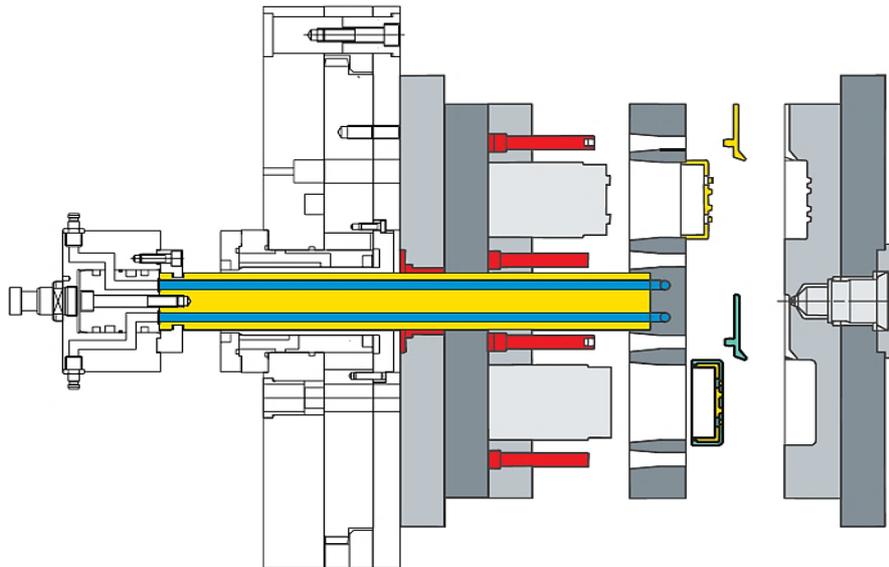


Figura 14 – Molde bimaternal - rotação de uma placa do molde.



Figura 15 – Molde bimaternal - rotação de uma placa do molde.

- Rotação de um inserto do molde - Figura 16 e Figura 17.[14]

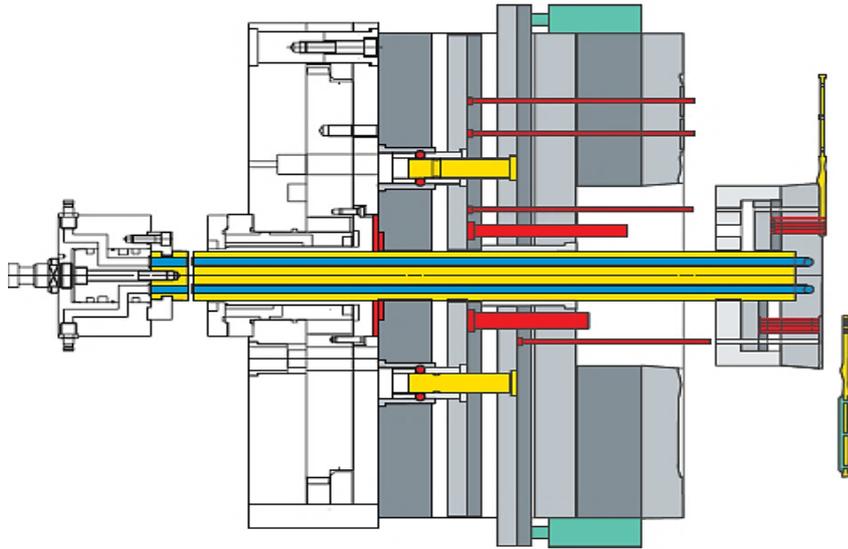


Figura 16 – Molde bimatéria - rotação de um inserto do molde.

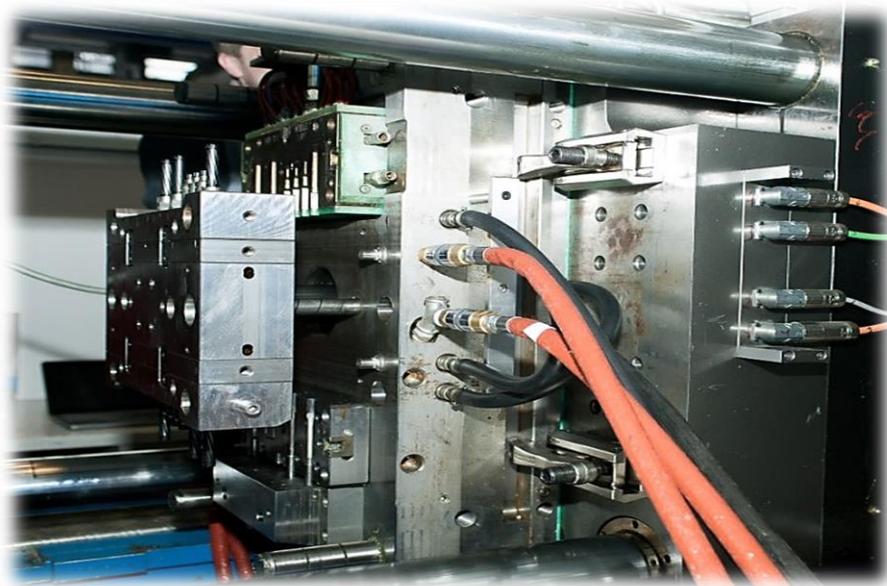


Figura 17 – Molde bimatéria - rotação de um inserto do molde

- Rotação “vertical” de uma placa do molde – Consiste na rotação de um segmento médio, que pode ser uma placa, exemplificado na Figura 18, um cubo, ou um quadro que contém segmentos simples articulados. A pré-forma é transportada pela rotação do segmento médio em torno do seu centro vertical, podendo essa rotação ser de 90° ou 180°. A Figura 19 mostra o princípio funcional de um molde de cubo com rotação de 90°.

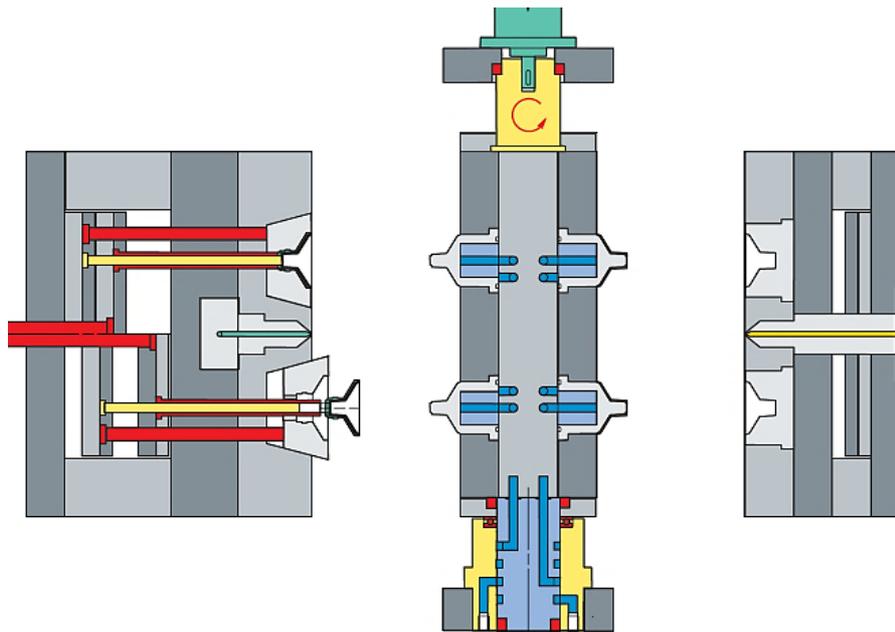


Figura 18 – Molde bimaterial - rotação vertical da placa do molde. [14]

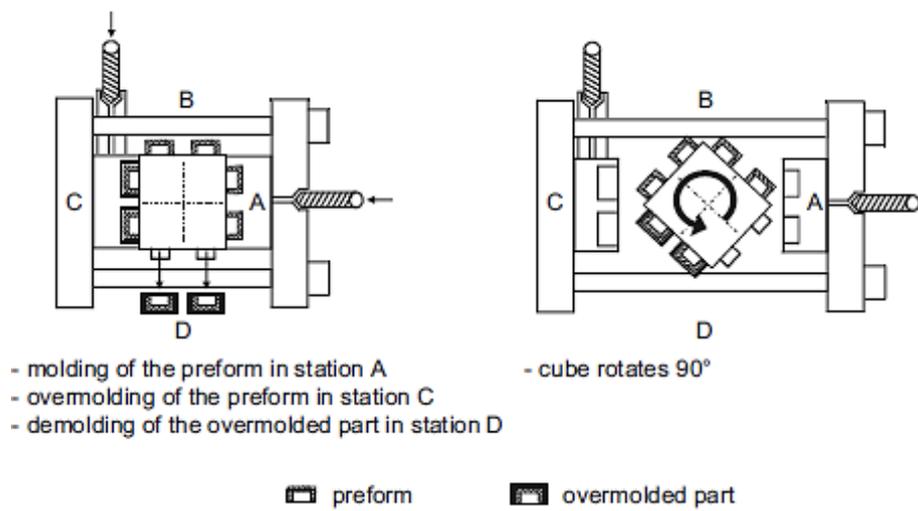


Figura 19 – Molde de bimaterial - cubo com rotação 90° sobre o centro. [13]

2.4.3 Moldes bimaterial com prato rotativo

Os pratos rotativos, demonstrado na Figura 20, são equipamentos comerciais que podem ser montados na unidade de fecho de uma injetora, que vão permitir a rotação do molde. [6]

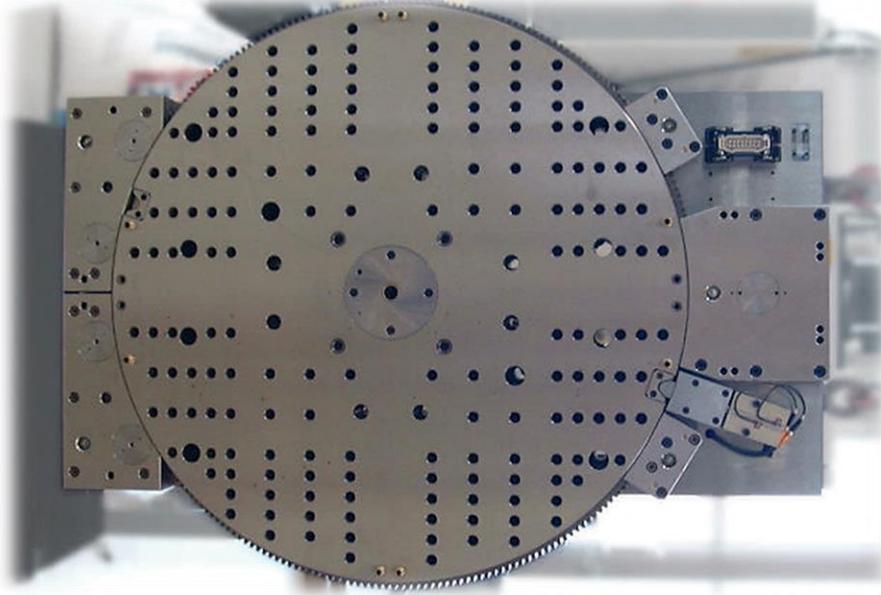


Figura 20 – Prato rotativo.

É neste prato, onde está fixada a parte móvel do molde, que se dá o movimento rotativo, como esquematizado na Figura 21;

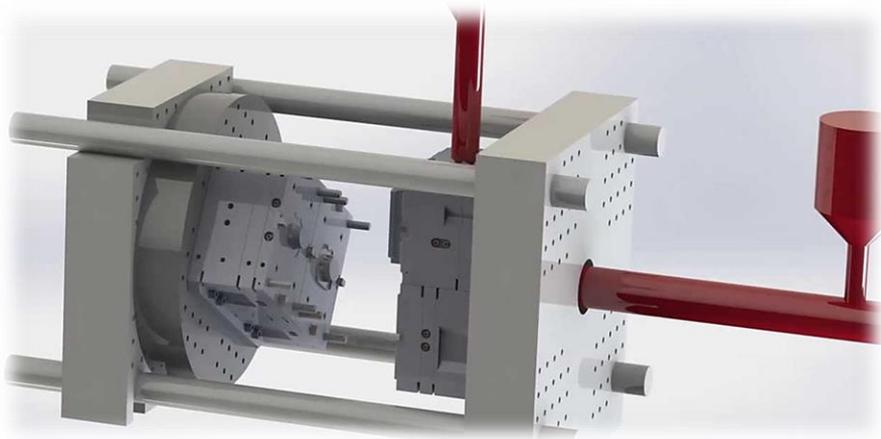


Figura 21 – Molde bimaterial com prato rotativo

De todas as técnicas de rotação, esta é das mais simples, contudo, esta técnica rotativa apenas permite alterar a geometria da peça, do lado da cavidade, pois o outro permanece fixo na transição entre cavidades. [6]

2.4.4 Adesão entre materiais

Nas peças bi-injetadas, consoante a finalidade da peça, a adesão entre os materiais, é variável. O objetivo é sempre que a adesão seja a melhor possível, quer a nível químico, quer a nível físico, mas há situações em que isso não acontece. A Figura 22 é um exemplo de uma peça em que é pretendido uma excelente adesão, química, entre o material de cor amarelo e o de cor preta, enquanto que na Figura 23, o que se pretende é uma simples adesão física entre os materiais, de forma a possibilitar o movimento. [6] e [14]



Figura 22 – Exemplo de peça com boa adesão entre os diferentes materiais



Figura 23 – Exemplo de peça onde não existe adesão entre os materiais

É difícil prever a força de adesão entre os diferentes materiais devido: ao ainda escasso conhecimento sobre os mecanismos de adesão; à influência dos parâmetros do processo; da geometria da peça; e do layout do molde.

A nível da compatibilidade, existem dados teóricos que nos permitem ter uma noção se dois materiais são compatíveis, ou não, Tabela 1.[6]

Tabela 1 – Tabela de compatibilidade entre alguns polímeros

Materiais	ABS	ASA	CA	EVA	PA 6	PA 66	PC	PE-HD	PE-LD	PMMA	POM	PP	PPO	PS-GP	PS-HI	PTMT	TPU	PVC-W	SAN	PSU	
ABS	+	+	+																		
ASA	+	+																			
CA	+		+	+																	
EVA		+	+	+																	
PA 6					+	+															
PA 66					+	+															
PC	+						+														
PE-HD	+			+	+			+	+												
PE-LD	+			+	+			+	+												
PMMA	+									+											
POM											+										
PP	+	+		+	+																
PPO																					
PS-GP																					
PS-HI	+	+																			
PTMT	+																				
TPU					+																
PVC-W	+	+																			
SAN	+	+																			
PSU																					+

+ Boa adesão

+ Má adesão

- Não existe adesão

Fonte:
Universidade Paderborn

2.5 Importância da análise de custos nas empresas

A análise dos custos é a base pela qual os empresários ou gestores se orientam na hora de tomar decisões, tanto na gestão diária, como na definição de estratégias para assegurar a sustentabilidade e longevidade da empresa.

Os motivos que justificam a importância da análise de custos, podem ser identificados e agrupados em 4 categorias:

- Comparar com os objetivos definidos – cada responsável deve conhecer os custos da sua área de forma a analisá-los, e conferir, se o rumo que estão a seguir está de acordo com os objetivos definidos. [17]
- Conhecer a rentabilidade – para cada atividade desenvolvida na empresa é indispensável conhecer a rentabilidade, de forma a poder obter a melhor combinação dos vários fatores produtivos da empresa, permitindo assim minimizar os custos, e otimizar as margens de lucro. [17]
- Análise às evoluções dos custos entre diferentes períodos no tempo – por vezes, existem anomalias ao nível dos custos, que exigem um conhecimento das oscilações dos custos ao longo de um determinado período de tempo, de forma a poderem ser detetadas e analisadas, sendo apenas possível interpretar devidamente essa evolução, se os custos forem classificados e separados segundo a sua natureza. [17]
- Definir a estratégia de preços – a análise de custos é uma tarefa indispensável para a definição da política de preços, pois o preço final para o produto ou serviço irá ser calculado, levando em consideração os custos associados, sendo que é necessário distinguir custos fixos e custos variáveis. [17]

O gestor não pode deixar de basear as suas decisões, nos custos e nos preços dos seus serviços / produtos e nas correspondentes reações do mercado, de forma a poder gerar receita e proporcionar lucro para a empresa. A Figura 24, retrata esse pensamento.

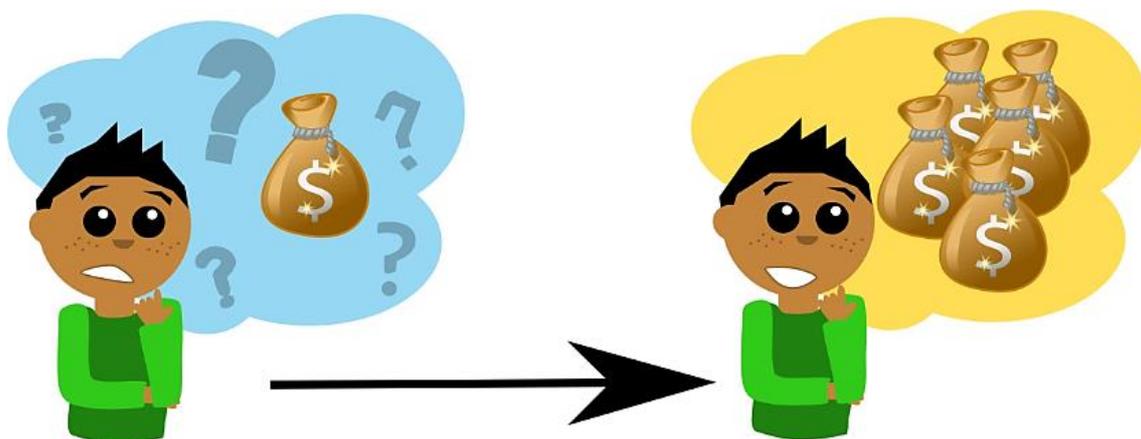


Figura 24 – ClipArt do pensamento empresarial

Receitas, custos e lucros são os componentes financeiros básicos da operação de um negócio. Para ser economicamente sustentável, uma empresa deve gerar receita suficiente para cobrir seus custos e obter lucro.

Também existem outros termos associados, nomeadamente custos, pagamentos e despesas, sendo que as suas contrapartidas são respetivamente, proveitos, recebimentos e receitas. Estes conceitos estão associados ao ciclo produtivo típico de uma empresa, que está representado na Figura 25. [17]

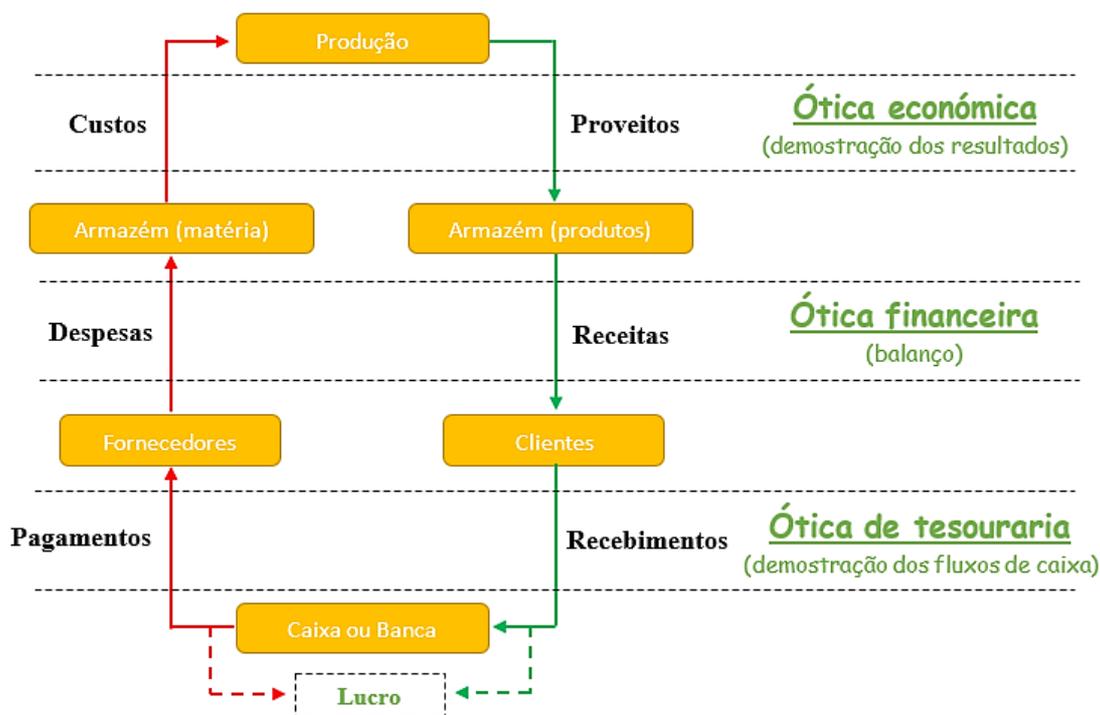


Figura 25 – Esquema do ciclo típico produtivo de uma empresa, e suas óticas.

O lucro é muito importante, pois, sem lucro, qualquer negócio com fins lucrativos acabará por falhar. O lucro é o resultado após uma empresa pagar as suas despesas, podendo este ser classificado como lucro bruto ou lucro líquido. O bruto é o valor que resta após deduzir o custo da produção à receita total do produto, enquanto que o líquido é o resultado após a subtração de todas as despesas, incluindo os custos considerados no cálculo do lucro bruto, mais as despesas operacionais e os impostos à receita total.[18]

A receita, resulta das mais valias geradas com base nas taxas cobradas pelos serviços prestados e/ou produtos vendidos. Estas podem ser operacionais, quando são provenientes do principal negócio da empresa, ou não operacionais, caso sejam originadas da venda de ativos ou de juros provenientes de investimentos realizados.

Sem receita, a empresa não tem meios de pagar as despesas, sendo esta economicamente sustentável apenas quando as receitas superam as despesas totais.

É importante diferenciar os conceitos de despesa, pagamento e custo. Apesar de no dia a dia, as pessoas utilizarem frequentemente esses termos, no mundo empresarial, os seus significados não devem ser confundidos.[18]

As despesas, numa ótica mais financeira, podem ser retratadas como as expressões económicas dos compromissos da empresa perante terceiros (fornecedores, estado, colaboradores, entre outros), conforme indicado na Figura 25. Estas têm ou vão ter uma consequência financeira através de um pagamento mais ou menos distante no tempo e podem ou não ter uma consequência económica de custo de exploração. Resumidamente, as despesas, são os gastos que uma empresa tem que não estão diretamente relacionadas com a produção, como por exemplo, os gastos administrativos, enquanto os custos são os gastos em atividades diretamente relacionadas com a produção.[18]

Uma empresa tem vários custos associados, com diferentes importâncias, desde o custo com as matérias-primas: às despesas associadas às partes operacionais, de vendas ou administrativas, aos impostos, entre muitos outros custos que dependem sempre de empresa para empresa, consoante o serviço que é prestado em cada uma delas. A única maneira de uma empresa não incorrer em custos é se estiver inativa ou não operando. De uma forma resumida, os custos não são mais que, a expressão económica do emprego de recursos, com o intuito de obter um resultado, que pode ser um produto, um serviço, ou um objetivo de qualquer outra natureza. [18]

Uma das formas de perceber melhor os custos que a empresa tem a seu encargo, é classificando-os como custos fixos ou variáveis, e como custos diretos ou indiretos. Esta abordagem, permite uma análise mais detalhada dos custos, de forma a minimizar ao máximo os custos finais aplicados no produto ou serviço, levando a um maior espaço de manobra na definição do preço final.

2.6 Diferenciação entre custos fixos e variáveis

A longo prazo todos os fatores produtivos são variáveis, e a diferenciação entre custos fixos e custos variáveis não faz sentido, mas a curto prazo certos fatores não podem ser modificados ou alterados e, portanto, os custos desses fatores permanecem fixos, independentemente do nível de produção.[17]

Apesar da classificação de custos fixos e de custos variáveis, variar consoante a atividade da empresa, com as seguintes definições é possível entender o significado de cada conceito:

- Custos fixos são os que se mantêm constantes e têm de ser sustentados mesmo que a empresa não produza, e não sofrem qualquer alteração quando ocorre alterações na produtividade, sendo que, estes custos, por norma são relativos a custos com as instalações, com os equipamentos, com os seguros, entre outros. [17] e [19]
- Custos variáveis, são custos que dependem do nível de produção, como os custos com os consumíveis dos equipamentos, com as matérias-primas, certos custos com o pessoal, entre outros. [17] e [19]

2.7 Diferenciação de custos diretos ou custos indiretos

A diferenciação entre custos diretos e indiretos provém da necessidade de ter um melhor controlo sobre os encargos da organização.[17]

Esta classificação, pretende associar os custos com as secções ou atividades que os originam, de forma a ter um maior controlo e um sentido de responsabilização, imputando os vários custos da empresa a cada secção, sendo que tais atividades ou secções são entendidas como centros de custo.

Quando um custo pode ser imputado a um determinado centro de custo, então diz-se que é um custo direto desse centro. Exemplos: consumíveis de um equipamento, pertencente a um determinado centro de custo, entre outros.[17]

Mas quando certas responsabilidades respeitam a dois ou mais centros, então dizem-se custos indiretos. Exemplos: serviços de limpeza, eletricidade, entre outros.[17]

Estes encargos indiretos são distribuídos pelas diferentes atividades ou secções. Tais critérios, são sempre subjetivos de empresa para empresa.

2.8 Determinação do valor hora/homem

Os colaboradores são o bem maior e mais importante que uma empresa tem. São eles que se empenham para operar máquinas, produzir e gerar lucros. Na atualidade, as máquinas realizam funções de dezenas ou centenas de colaboradores, no entanto, sem colaboradores a controlar as máquinas, estas não executam as tarefas, por isso, os colaboradores sempre serão a peça central no funcionamento de qualquer empresa.

Para uma empresa ter bons resultados e ser competitiva, precisa de garantir a satisfação dos seus colaboradores, pois se os colaboradores estiverem satisfeitos, vão produzir mais e melhor, o que gera diretamente maior rentabilidade e consecutivamente mais lucro. Ser gerente de uma empresa não significa apenas criar uma empresa. Implica também gerir pessoas e contas.[20]

O principal fator que rege a satisfação dos colaboradores é o salário, entre outros fatores não menos importantes como o bom ambiente de trabalho, boas condições de trabalho, boa capacidade de motivação da equipa.

No que respeita aos salários, e aumentos salariais deve-se manter em mente que para uma empresa conseguir pagar um bom salário / aumento salarial, precisa de despender além do salário em si, um montante elevado para despesas legais relacionadas com o colaborador, de forma a cumprir com todos os encargos legais associados.[20]

Os custos associados a um colaborador, estão indicados na Figura 26.

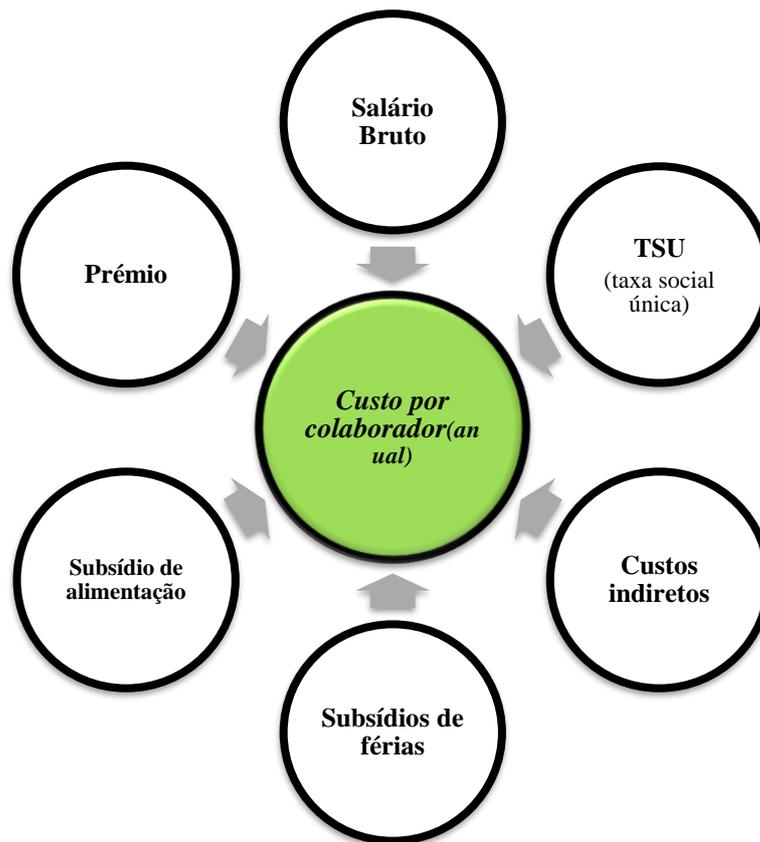


Figura 26 – Custos associados a um colaborador

Após o cálculo do custo real dos colaboradores para a empresa, pode-se calcular o valor pelo qual fica esse colaborador, por hora de produtividade à empresa.

Para fazer esse cálculo, é necessário determinar o número de horas úteis de produtividade que existem ao longo de um ano.

Para calcular este valor devem-se considerar diversos fatores como:

- Número total de dias que tem o ano;
- Número de feriados em dias úteis de trabalho que tem o ano;
- Número de dias de férias a que o colaborador tem direito.

Deve-se ter em conta ainda as diversas paragens que existem para:

- Plenários
- Pausas para lanche
- Absentismo

Além destes fatores tem de se contabilizar que por muito bom que seja um colaborador a nível de rentabilidade, este nunca trabalhará a 100%, pois é humanamente impossível, portanto, também é necessário definir uma percentagem para a rentabilidade do colaborador.

Posto isto, o cálculo do valor/hora de cada colaborador, é feito conforme o que está indicado na Equação 1:

$$\frac{\text{Valor anual do custo do colaborador (€)}}{\text{Nº de horas úteis ao longo do ano (h) x rentabilidade do colaborador (\%)}}$$

Equação 1 – Cálculo do custo hora/colaborador

Nesta secção deve-se ainda ter em consideração que existem colaboradores que não estão ligados diretamente ao produto, mas sim há operacionalização da instituição, sendo estes considerados como colaboradores indiretos. Neste bolo enquadram-se: a gestão, secretariado, comerciais, responsáveis de secções, entre outros. Nestes casos os valores hora/homem da sua operação têm de ser distribuído pelo valor hora/homem dos restantes colaboradores, por forma a ter um valor/hora realista.

2.9 Determinação do valor Hora/máquina

A compra de equipamentos industriais é uma importante decisão comercial, que requer uma análise prévia, devido a representarem normalmente investimentos avultados. Antes da compra, deve-se assegurar que o equipamento em questão irá ter uma rentabilidade mínima que permita recuperar o capital investido na aquisição, assim como os custos das manutenções, seguros, entre outros custos associados.

Para saber quanto fica um equipamento à empresa, há certos parâmetros que tem que ser levados em conta. Esses parâmetros são: custo inicial do equipamento, custos de manutenção, anos de amortização, valor de sucata, valor de amortização, horas úteis de funcionamento/produção, a percentagem de importância do equipamento para a empresa, e os custos indiretos onde os impostos se inserem.

Na Figura 27, estão indicados alguns dos impostos que recaem sobre uma empresa, em Portugal:

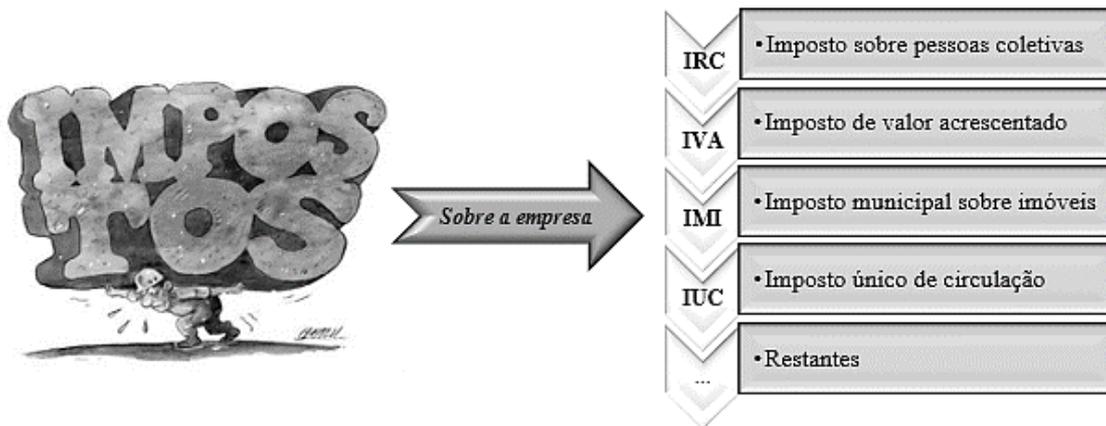


Figura 27 – Carga fiscal sobre as empresas em Portugal. [21]

Os valores dos equipamentos, como as máquinas, automóveis, computadores, entre outros, podem ser amortizados contabilisticamente ao longo de um determinado número de anos.

A amortização é a redução do valor de um ativo, sendo que o método utilizado na amortização de um ativo, é a forma como se considera a diminuição do valor desse ativo para o proprietário, e representa o decréscimo do valor dos fundos de capital nele investidos.

A amortização é considerada por duas razões, uma para efeito da contabilidade interna de uma empresa ou negócio, designada por amortização contabilística, e outra para o cálculo dos impostos de acordo com a lei fiscal em vigor, designada por amortização para efeito de impostos.

Existem vários métodos clássicos de amortização, internacionalmente reconhecidos, que se utilizam para determinar a amortização contabilística, por exemplo: método linear, método do balanço decrescente e método da soma dos dígitos.

O método utilizado em Portugal quer pelo governo, quer pela maioria das empresas, para obter o valor da amortização para efeito de impostos, é o da amortização para efeitos contabilísticos, mais concretamente o método linear.

Na amortização linear assume-se que o respetivo valor de amortização anual, (D_t), é constante, de tal modo que produza um valor de sucata (S) no fim do número de períodos (n') da sua vida útil. Na Equação 2, está representada a equação para o cálculo do valor de amortização anual, segundo o método de amortização linear:

$$\text{Valor anual de amortização } (D_t) = \frac{\text{Custo inicial } (C_i) - \text{Valor de Sucata } (S)}{\text{número de anos de amortização } (n')}$$

Equação 2 – Método de amortização linear

Por forma a simplificar o cálculo de amortização de um equipamento pode-se englobar este valor junto dos custos fixos da empresa, nomeadamente, no que respeita à liquidação do equipamento, tendo desta forma uma aproximação mais realista do valor a amortizar.

Além do valor de amortização/depreciação de um equipamento, para obter o valor hora/máquina, deve-se ter em conta fatores como consumo energético, potencia debitada, área ocupada, entre outros conceitos que, de certa forma complicam e dificultam a determinação do valor hora/máquina real. Esta forma de cálculo, entra por exemplo, com valores de tarifas energéticas em diferentes períodos horários, potencias contratadas, entre outros, que tornam a sua determinação bastante complexa.

Por forma a simplificar o cálculo hora/máquina, sem nunca comprometer os resultados obtidos, pode-se fazer uma abordagem diferente, agrupando todas as despesas da empresa (incluindo a tarifa energética) nos custos fixos, e imputando este valor aos equipamentos em forma de percentagem conforme a sua importância.

A importância relativa de um equipamento para uma empresa, torna-se, portanto, nesta metodologia de cálculo, um fator relevante. Este valor está diretamente relacionado com a utilização dos equipamentos, uma vez que, quanto maior o número de horas de operação, maior será a sua rentabilidade em percentagem. Para determinar esse valor pode-se recorrer à regra representada na Equação 3.

$$\text{Coeficiente importância (\%)} = \frac{\text{Horas úteis de produção do equipamento (anuais)}}{\text{Horas úteis de produção de todos os equipamentos (anuais)}}$$

Equação 3 – Metodologia de cálculo da importância de um equipamento.

Conforme já referido anteriormente, a determinação do valor hora/máquina deve envolver todos os custos fixos da empresa, uma vez que é através deste valor que a empresa irá liquidar estes mesmos custos.

Como custos fixos consideram-se:

- Impostos;
- Seguros;
- Combustíveis;
- Empréstimos bancários;
- Eletricidade;
- Água;
- Telecomunicações;

- Avenças com contabilistas, advogados, entre outros;
- Licenças de softwares;
- Etc.

Com todos os parâmetros acima indicados definidos, o cálculo do custo do equipamento por hora, é feito conforme o indicado na Equação 4.

$$\text{Valor} \frac{\text{hora}}{\text{máquina}} = \frac{\text{Custo de manutenção} + \text{Custo dos consumíveis} + \text{Custos fixos empresa}}{\text{Horas úteis de produção do equipamento (anuais)} \times \text{Importância (\%)}}$$

Equação 4 – Cálculo do custo hora/equipamento

Para efeitos de orçamentação de produtos uma empresa tem a necessidade de simplificar o cálculo, tendo a necessidade de agrupar vários equipamentos e mão/de obra por secções.

Como para efeitos práticos, o importante é determinar o valor/hora por secção, ou conjunto de operações a realizar no produto, as empresas têm a necessidade de calcular o custo/hora por secção e não apenas de cada colaborador e/ou equipamento.

Uma operação ou seção pode englobar vários equipamentos e colaboradores em simultâneo e não faz sentido separar tudo minuciosamente, passando o seu cálculo pela soma dos custos de todos os intervenientes em cada secção, como indicado na Equação 5.

$$\text{valor/hora}_{\text{secção}} = \sum \frac{\text{valor}}{\text{hora}} \text{colaboradores}_{\text{intervenientes}} + \sum \frac{\text{valor}}{\text{máquina}} \text{equipamentos}_{\text{intervenientes}}$$

Equação 5 – Cálculo do valor hora/ secção

3. DESENVOLVIMENTO DO MOLDE BIMATERIAL

Como caso de estudo considerou-se uma peça composta por 2 materiais plásticos, um rígido - ABS (a cinzento na Figura 28) e uma borracha – SEBS, (a azul na Figura 28).

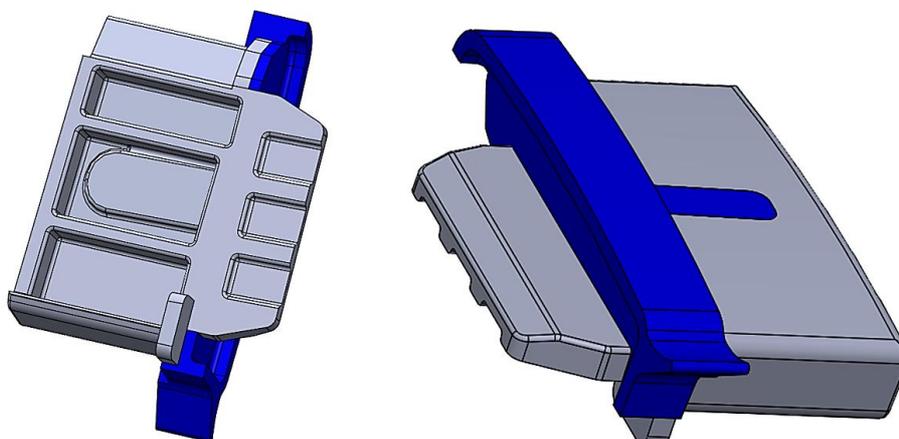


Figura 28 – Peça a estudar

Esta peça é produzida atualmente recorrendo à técnica de sobreinjeção, através de 2 moldes, um primeiro que produz as peças rígidas e um segundo que sobreinjeta a borracha na peça rígida.

O objetivo deste estudo, é desenvolver um molde bimaterial com prato rotativo que irá produzir a mesma peça, mas em apenas uma operação, e com apenas um molde, com o intuito de comparar os custos das duas opções, e tirar conclusões sobre as reais vantagens, ou não, de utilizar moldes bimaterial.

No molde bimaterial com prato rotativo, tentou-se replicar ao máximo todos os sistemas que constituem os moldes já desenvolvidos, para que as bases de análise dos custos seja o mais semelhante possível, tanto a nível dos custos associados à maquinação como dos custos dos componentes incorporados no molde.

Paralelamente, e por forma a ter valores de custos próximos dos reais, desenvolve-se uma folha de cálculo para determinar o valor hora/homem, hora/máquina, hora/secção, adaptados à realidade da Automoldes.

3.1 Moldes já desenvolvidos e em produção

Os moldes que estão atualmente em produção para obter a peça em estudo, são moldes que fazem 2 peças (cavidades) por cada ciclo de produção. Na Figura 29, Figura 30 e Figura 31 estão representados respectivamente: o esquema do sistema de injeção, a parte fixa e a parte móvel do molde que produz a peça em ABS.

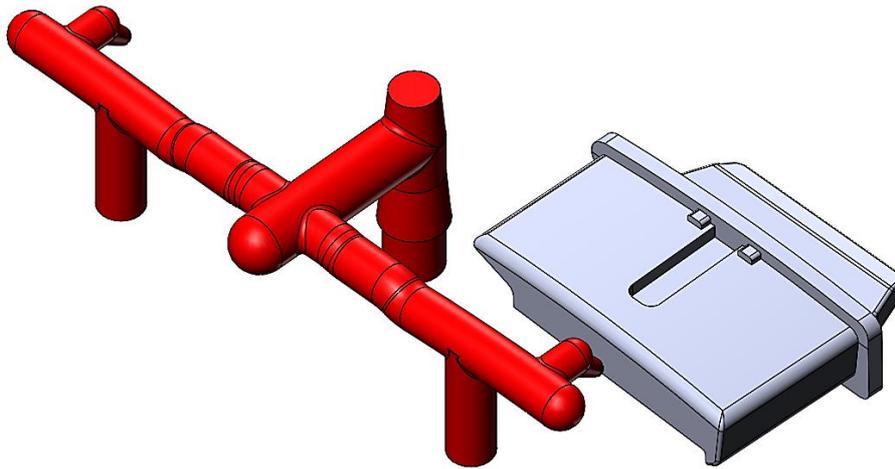


Figura 29 – Esquema do sistema de injeção do molde que produz a peça em ABS.

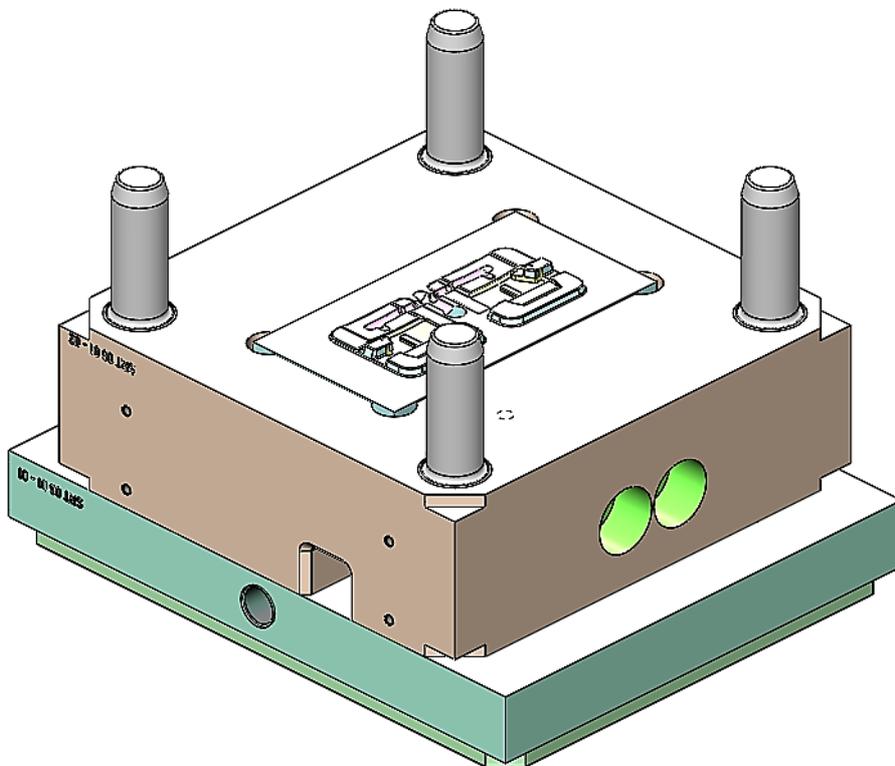


Figura 30 – Cavidade do molde que produz a peça em ABS.

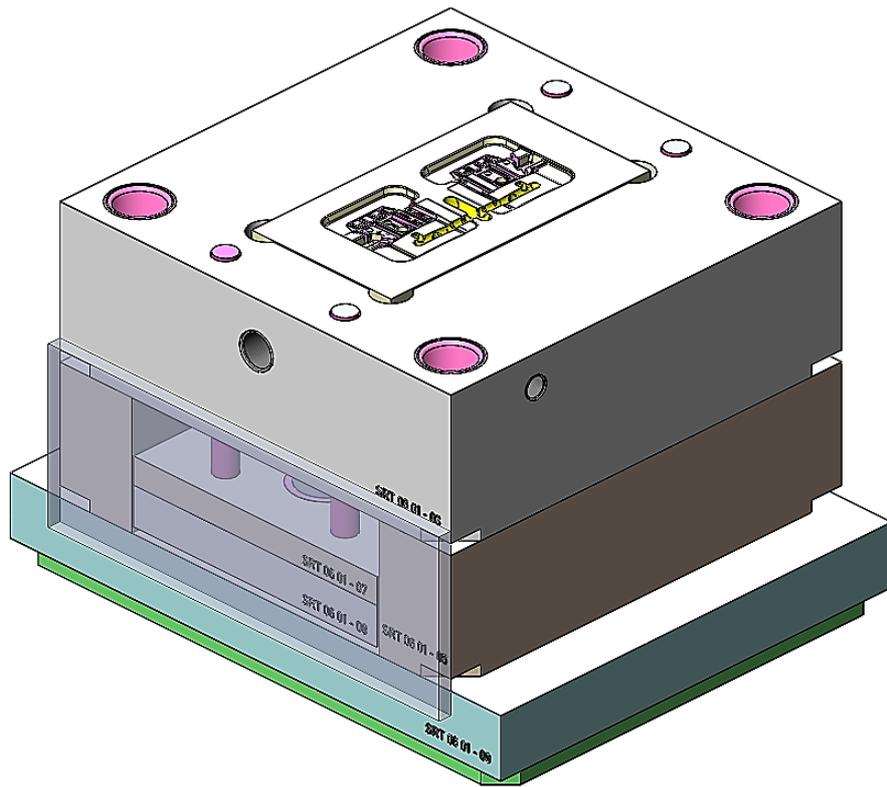


Figura 31 – Bucha do molde que produz a peça em ABS.

Na Figura 32, Figura 33 e Figura 34, estão representados respetivamente, o esquema do sistema de injeção, a parte fixa e a parte móvel do molde que faz a sobreinjeção do 2º material, o SEBS.

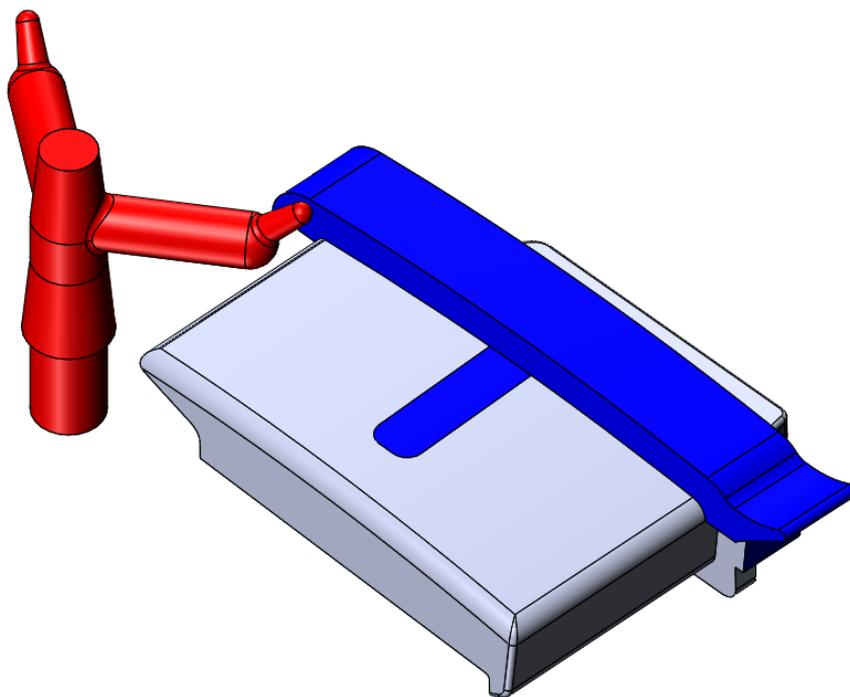


Figura 32 – Sistema de injeção do molde que sobreinjeta o SEBS.

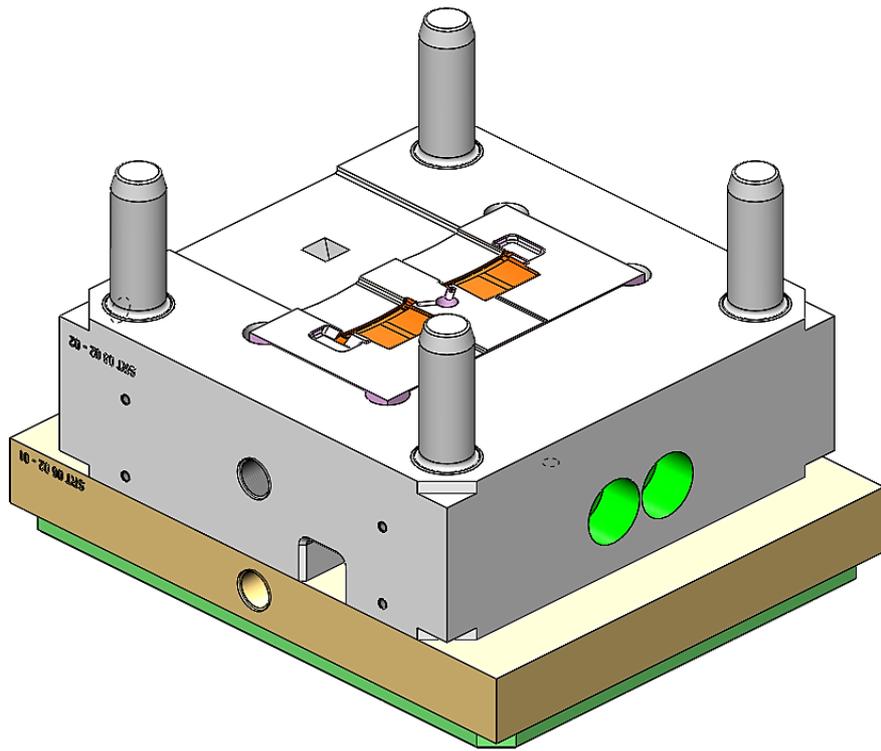


Figura 33 – Cavidade do molde que sobreinjeta a peça com SEBS.

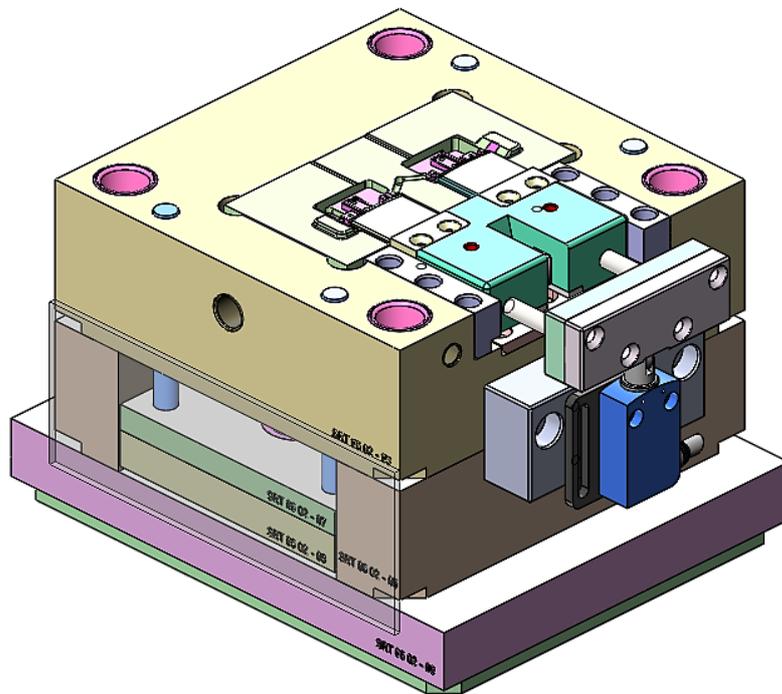


Figura 34 – Bucha do molde que sobreinjeta a peça com SEBS.

3.2 Projeto de um molde bimaterial com prato rotativo

Com o objetivo de replicar ao máximo a condição dos moldes atuais, desenvolveu-se um molde de 4 cavidades, representado na Figura 35, que por ciclo produz 2 peças completas, ou melhor, já com os 2 materiais.

Por forma a manter o mesmo conceito, e fazer sentido estabelecer comparações, o molde bimaterial foi desenvolvido para a mesma peça e materiais. Adotou-se o mesmo conceito de injeção, metodologia de extração e movimentos, tendo assim o molde bimaterial as seguintes especificações:

- Material 1 – ABS
- Material 2 – SEBS
- Molde com sistema de alimentação por bico quente a distribuir para canal frio e submarina à peça
- Extração mecânica
- Movimento mecânicos

Conforme exposto no capítulo 2.4, de todos os tipos de moldes bimaterial, o mais funcional e prático é o que usa o prato rotativo, passando a escolha para este caso de estudo por este tipo de molde.

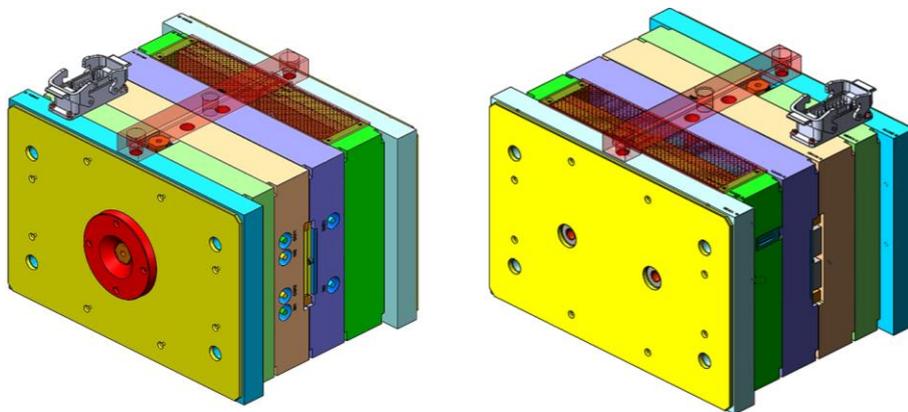


Figura 35 – Molde bimaterial desenvolvido

3.2.1 Engenharia do molde

Como já referido, um molde pode ser dividido em duas partes, o lado fixo e o lado móvel, que estão esquematizadas, na Figura 36 e Figura 37, respetivamente.

- Lado fixo do molde

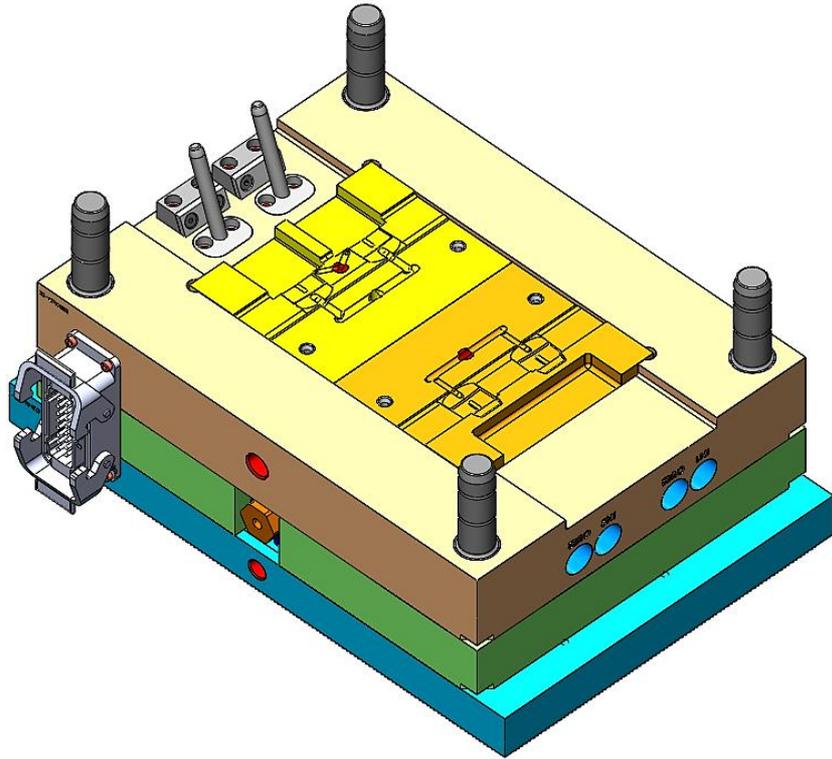


Figura 36 – Cavidade do molde bimatierial desenvolvido.

- Lado móvel do molde

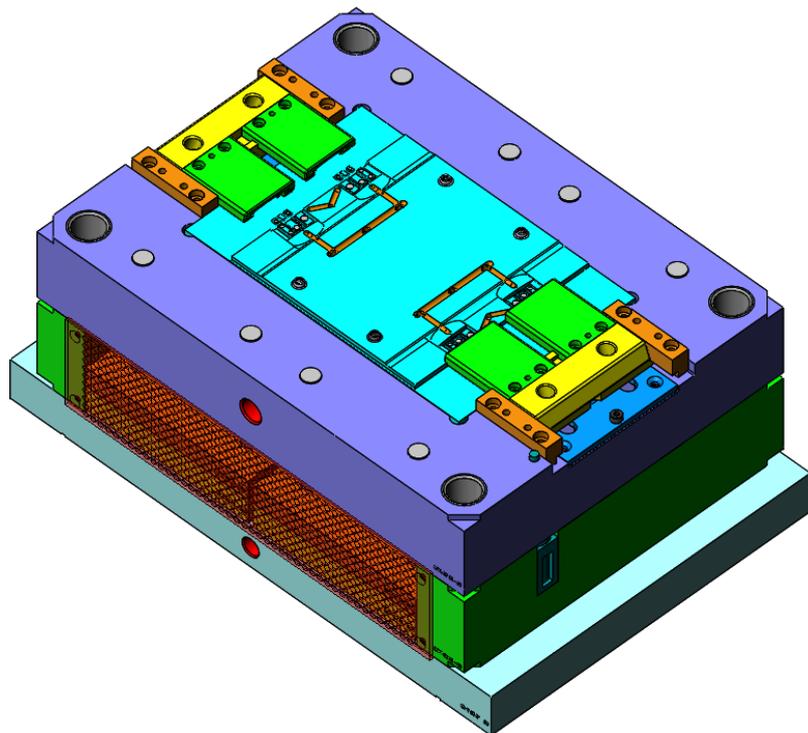


Figura 37 – Bucha do molde bimatierial desenvolvido.

- Sistema de alimentação

Tratando-se de um molde bimaterial, foi necessário desenvolver um sistema de alimentação que permitisse a passagem dos dois materiais fundidos desde as suas unidades de plasticização até às impressões/ peças. Neste caso, o sistema de injeção está projetado, para que a injeção do material ABS, seja feita pelo injetor principal, o da máquina de injeção, e a injeção do material SEBS, o 2º material a ser injetado, ocorra recorrendo a uma unidade de injeção complementar, que se posicionará no topo do molde/ máquina. Na Figura 38, está representado o sistema de alimentação, onde a cor laranja esta representada a 1ª injeção, a do ABS, e a vermelho, a injeção do 2º material, o SEBS.

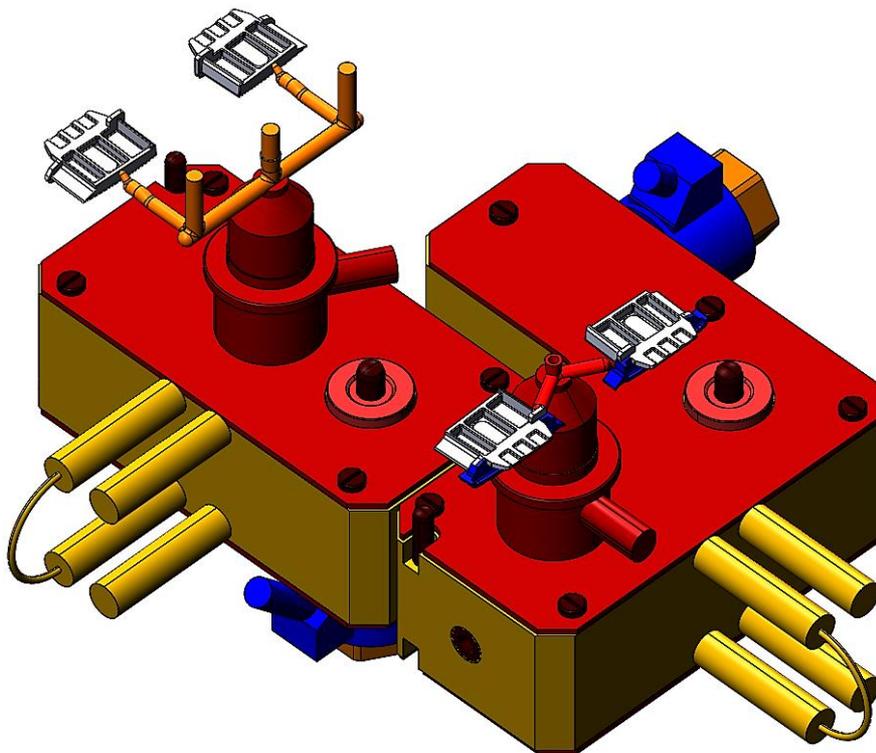


Figura 38 – Sistemas de alimentação do molde bimaterial desenvolvido.

- Injeção: ABS

Nos moldes bimaterial com prato rotativo, a forma da peça no lado da extração é sempre igual, sendo a cavidade que define a diferença entre injeção ABS, ou sobreinjeção do SEBS. Na Figura 39, está representada a zona moldante do ABS e o respetivo sistema de injeção.

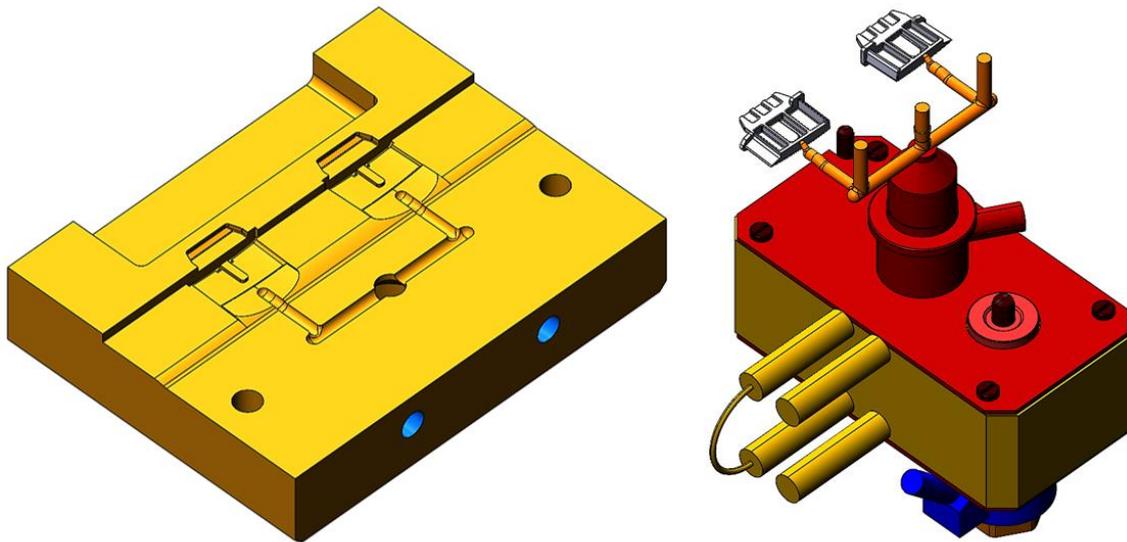


Figura 39 – Sistema de injeção do 1º material (ABS)

- **Injeção: SEBS**

Após a injeção do ABS, a peça é transferida para o outro elemento do lado fixo do molde, para sobreinjetar o SEBS.

Como o 1º material é injetado recorrendo a um gito frio, e não ocorre a extração desse gito, conforme será explicado a seguir, é necessário criar uma zona no elemento para alojar esse gito, sem tocar no elemento. A Figura 40 representa o sistema de injeção do SEBS, assim como a respetiva zona moldante.

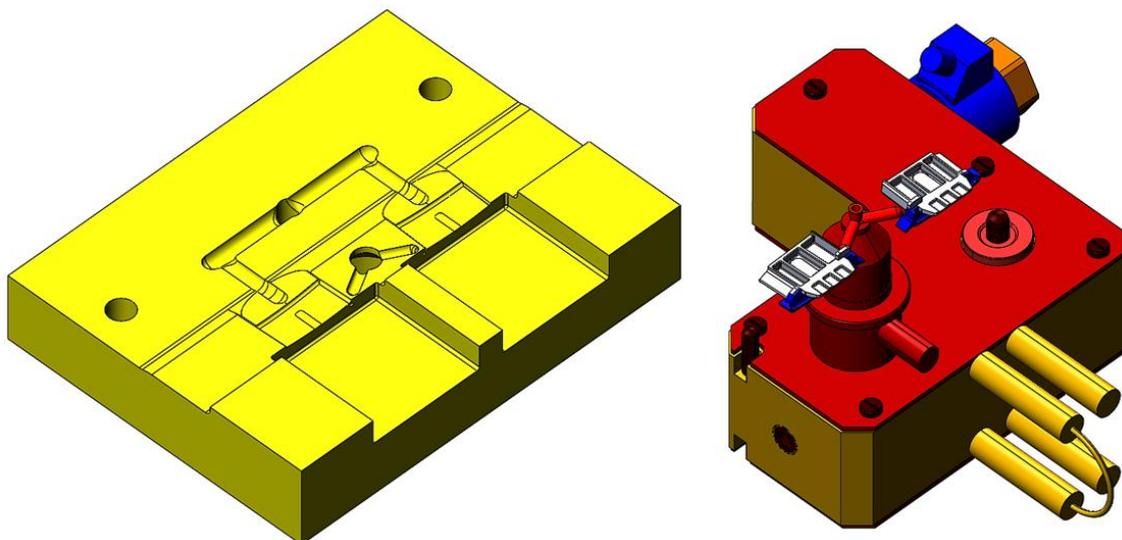


Figura 40 – Sistema de injeção do 2º material (SEBS)

- **Esquema de extração**

Tal como o sistema de alimentação, o sistema de extração é um sistema funcional do molde, e como tal, é importante que este seja bem projetado para que o molde cumpra com as suas funções. Na Figura 41, pode-se observar a representação esquemática do sistema de extração.

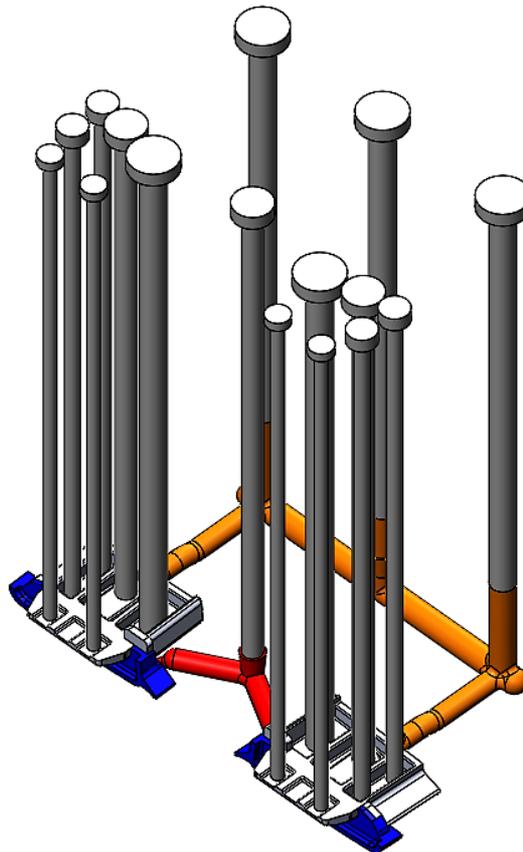


Figura 41 – Esquema de extração das peças e gitos.

Tratando-se de um molde bimatricial, embora este tenha 4 cavidades (peças), em cada ciclo apenas serão produzidas 2 peças injetadas com os 2 materiais, uma vez que as outras 2 cavidades (peças) serão as peças rígidas a ser sobreinjetadas no ciclo seguinte.

Assim sendo o sistema de extração tem de ser adaptado a esta realidade, ou seja, o molde tem de ter 2 conjuntos de placas de extração, Figura 42, que serão acionadas alternadamente entre eles, sendo sempre acionado o conjunto de extração que está com as peças sobreinjetadas.

Isto deve-se ao facto de se tratar de um molde com prato rotativo, em que a forma da peça no lado da extração é igual, e é a cavidade que vai ditar a diferença entre injeção da peça rígida, ou sobreinjeção do SEBS. Sendo na realidade sempre acionada a extração do lado em que é sobreinjetado o SEBS.

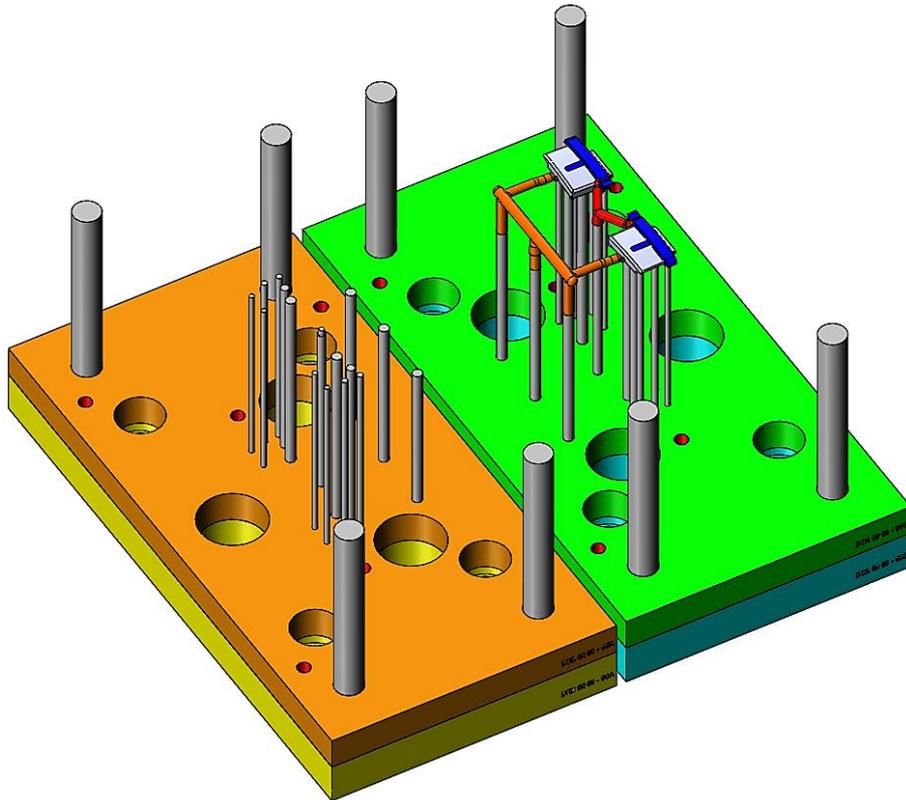


Figura 42 – Sistemas de extração do molde.

- Movimentos

Tal como no molde já existente, responsável pela sobreinjeção do 2º material (SEBS), no molde bimaterial desenvolvido, também será aplicado um movimento mecânico, pois a geometria da peça obriga à sua existência, Figura 43. Embora, no caso do molde bimaterial, o movimento apenas atuar aquando da sobreinjeção do SEBS.

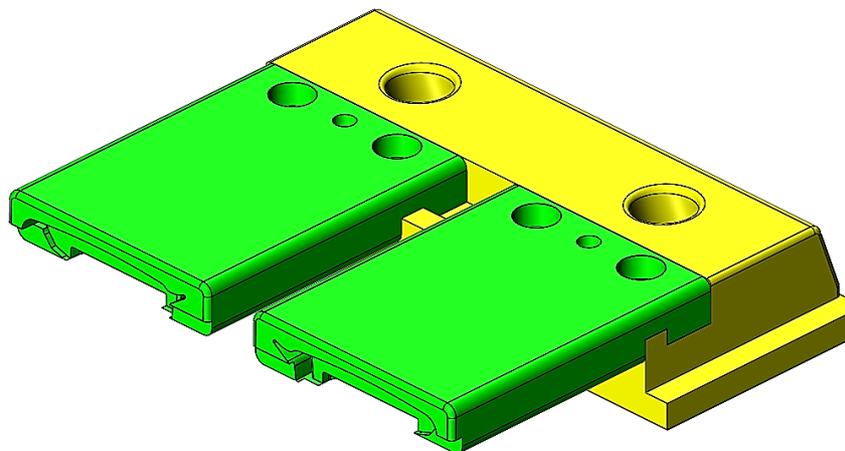


Figura 43 – Elementos móveis do molde.

O movimento encontra-se do lado móvel do molde, e conforme já mencionado, nos moldes de pratos rotativos, a transição entre cavidades, ocorre devido ao movimento de rotação da parte móvel, o que significa que os movimentos também irão executar o movimento de transição entre as cavidades, e conseqüentemente as 4 peças têm movimentos, embora só sejam acionados 2 de cada vez, alternadamente.

Para garantir que os movimentos só avancem do lado da cavidade onde será injetado o 2º material, apenas se aplicam guias inclinadas, e blocos de encosto do lado em que é injetado o SEBS. Estes acessórios são responsáveis pelo avanço e recuo dos movimentos, e estão colocados no lado fixo do molde, logo não sofrem rotação, como demonstrado a Figura 44.

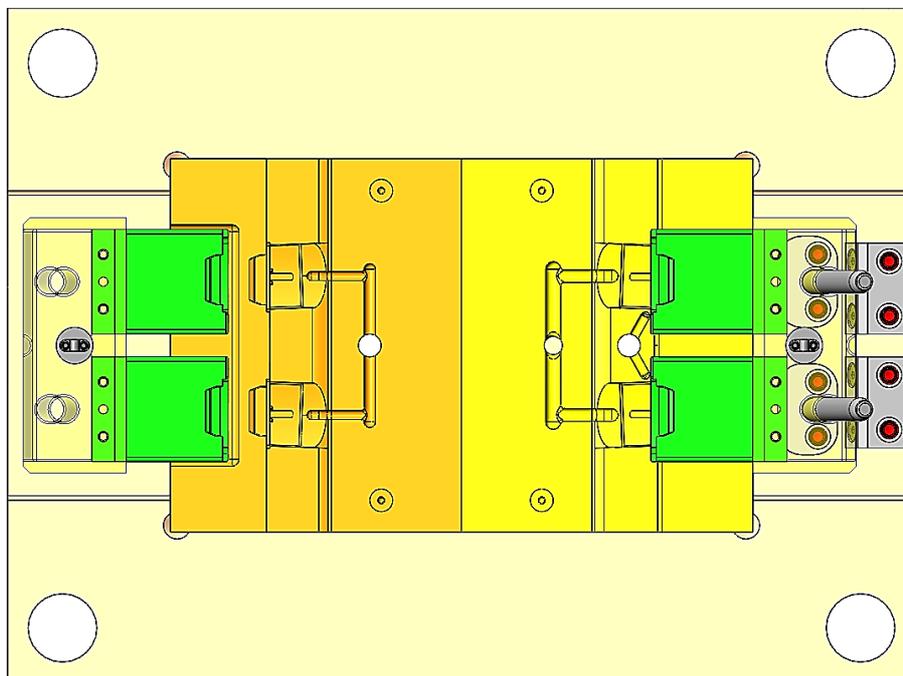


Figura 44 – Movimentos mecânicos do molde.

Do lado da cavidade do 1º material, as gavetas não se deslocam devido à falta da ação mecânica das guias inclinadas. Neste tipo de moldes é imperativo que os movimentos tenham um acessório de travamento na posição recuada.

- **Sistema de arrefecimento:**

O tempo de arrefecimento, por norma é responsável por cerca de 50% da duração total do ciclo de injeção, o que significa que é um dos parâmetros mais importantes a ser levados em conta na projeção de um molde, de forma a garantir maior eficiência de arrefecimento da peça, sem comprometer as suas especificações técnicas.

Como num molde bimaterial são injetados dois materiais diferentes, o ABS e o SEBS, tendo estes, propriedades distintas, a taxa de arrefecimento vai ser diferente entre eles, devendo por isso, o sistema de arrefecimento ser adaptado em conformidade. No entanto, se mantivermos sempre, a norma de otimizar ao máximo a eficiência de arrefecimento, este fator está garantido, na Figura 45 está representado um esquema com os sistemas de arrefecimento do lado fixo do molde, designado por lado da injeção, e na Figura 46 os do lado móvel, designado como lado da extração.

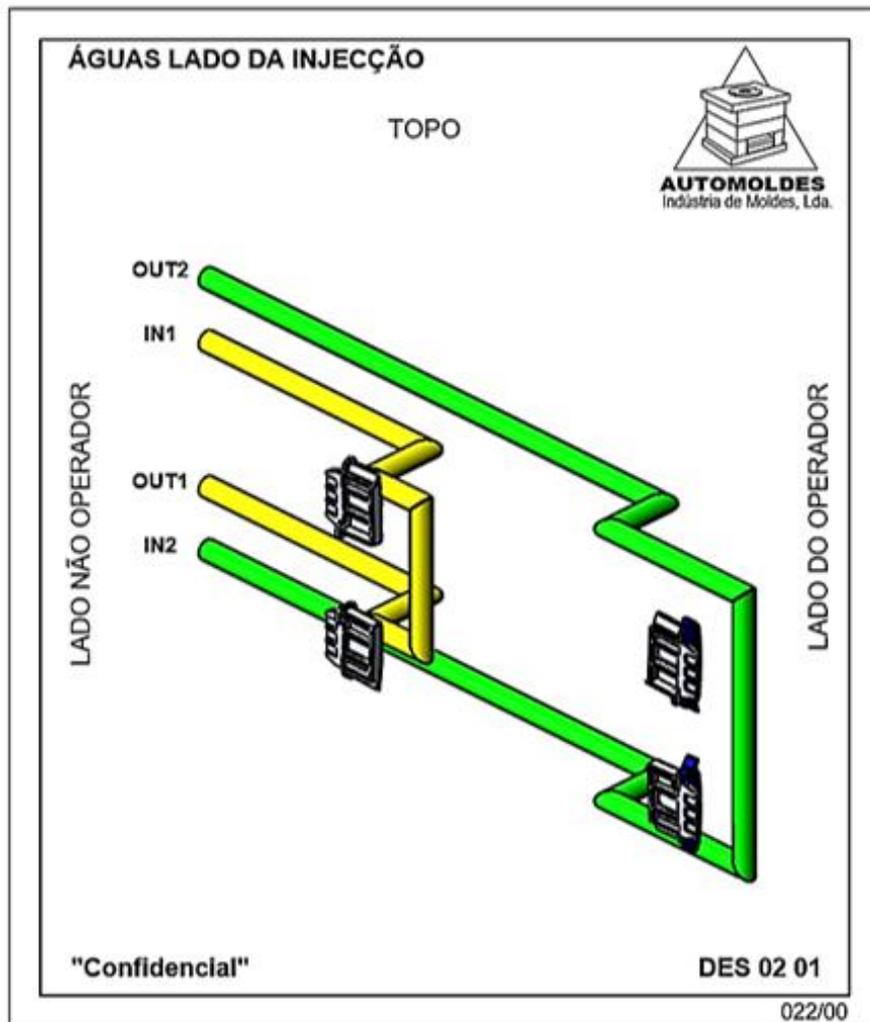


Figura 45 – Arrefecimento lado fixo

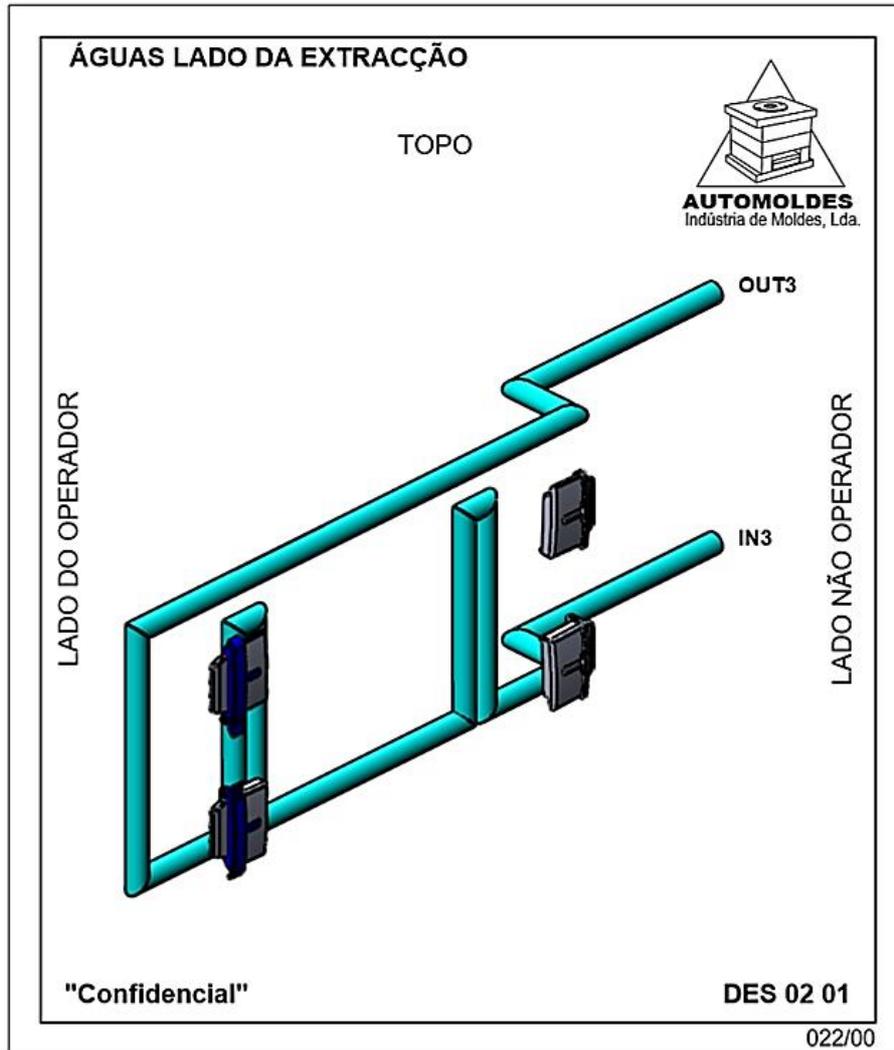


Figura 46 – Esquemas do sistema de controlo da temperatura do molde

Na Tabela 2, está representado um resumo das especificações do molde bimaterial projetado.

Tabela 2 – Descrição das especificações do molde

Molde	DES 02 01
Peça	<i>CONFIDENCIAL</i>
Dimensões gerais da peça (mm)	37,48 x 23,47 x 10
N.º de cavidades	2
Matéria-prima	ABS e SEBS
Contração (%)	0,5%
Peso	
Peso da peça (g)	ABS: 1,72g e SEBS: 0,46g
Peso da injetada completa (g)	ABS: 6,79g e SEBS: 1,42g
Injeção	
Tipo de injeção (Canal quente/Gito frio)	Bico quente + Gito Frio (em ambos os materiais)
N.º de zonas por peça	1 (em ambos os materiais)
Ataque	Submarina (em ambos os materiais)
Extração	
Tipo (normal /3 placas)	Normal (c/ prato rotativo)
Mecanização (Hidráulico/KO)	KO
Curso de extração total (mm)	34
Refrigeração	
Tipo	Água
Dimensões do molde fechado	
Entre pratos (mm)	339
Altura (mm)	296
Entre colunas (mm)	396
Peso total do molde (Kg)	275
Peso parte fixa (Kg)	136
Peso parte móvel (Kg)	139
Olhal do molde fechado	M24
Olhal parte fixa	M16
Olhal parte móvel	M16
Diâmetro da anilha de centragem (mm)	Ø 125

4. OTIMIZAÇÃO DA ANÁLISE DE CUSTOS DA EMPRESA

4.1 Cálculo do valor hora/homem

Para determinar o valor hora/homem, é necessário analisar o tempo útil de trabalho que um colaborador tem ao longo de um ano.

4.1.1 Determinação do número de dias uteis de trabalho no ano

Utilizando o ano de 2017 como referência, devido a este ser o último ano completo todos os dados relativos aos tempos despendidos em paragens, como os plenários, por exemplo, onde o valor só é determinado no final de cada ano.

O ano de 2017 teve 365 dias, sendo que o número de dias de não trabalho durante esse ano estão indicados na Tabela 3.

Tabela 3 – Determinação do número de dias úteis de trabalho

Número de dias de não trabalho em 2017	
Feriados	13
Férias	22
Fins-de-semana	104
TOTAL	139

Subtraindo os 139 dias, aos 365 dias, obtemos o valor de número de dias úteis de trabalho ao longo de 2017, ou seja, a 226 dias.

4.1.2 Determinação dos tempos de paragens

Apesar de um dia útil de trabalho ter 8 horas, algum desse tempo é gasto em pausas para o lanche, na qual a empresa concede dois intervalos de 10 minutos, e em pausas para a realização de plenários, sendo por isso necessário subtrair este tempo ao número de dias úteis de trabalho. Estes dados estão organizados na Tabela 4.

Tabela 4 – Tempos de paragens durante o ano de 2017

Tempos de paragens durante o ano de 2017 (horas)	
Pausas para o lanche (20 min./dia → 0.33h/dia x 226)	75
Plenários	10
TOTAL	85

Convertendo as 85 horas, em dias, traduz-se num total de 11 dias, aproximadamente. Portanto, os dias de produtividade durante o ano de 2017 foram 215, como resultado da subtração, os 11 dias aos 226 dias correspondentes aos dias úteis de trabalho.

4.1.3 Determinação do tempo efetivo de trabalho

Por muito bom que seja um colaborador, a nível de rentabilidade, este nunca trabalhará a 100%, pois é humanamente impossível, portanto é importante definir uma percentagem de rentabilidade do colaborador.

Após uma análise feita à produtividade dos colaboradores, definiu-se um valor de 80%, pois tirando as pausas já contabilizadas acima, por norma eles são empenhados e cumprem a sua função sem paragens extraordinárias.

Para determinar o tempo efetivo de trabalho multiplica-se então os dias de produtividade pela rentabilidade dos colaboradores:

$$\text{Tempo efetivo de trabalho (dias)} = \text{Dias de trabalho} \times \text{Rentabilidade}(\%)$$

$$\text{Tempo efetivo de trabalho (dias)} = 215 \times 0.8 = 172 \text{ dias} = 1378 \text{ horas (8h/dia)}$$

4.1.4 Cálculo do valor hora/homem

Para este cálculo, considera-se o caso da empresa Automoldes, que tem 26 colaboradores com uma média estimativa salarial de 1100€ líquidos, sendo que os colaboradores estão divididos por 6 secções e ao valor dos salários tem que se adicionar os impostos a suportar por cada um deles, relativos à TSU.

O valor salarial da gerência + indiretos é distribuído pelas restantes secções, pois estes gastos não podem ser debitados de forma direta num produto.

Com estes dados, está-se em condições para determinar o valor hora/homem por secção, sendo que esse valor está indicado na Tabela 5.

Tabela 5 – Determinação do valor hora/homem por secção

Secção	Número de colaboradores	Σ Salários mensais	TSU empresa	Σ Salários anuais	Σ Salários c/ indiretos	Hora/homem Salário/hora
Indiretos	8	8 800 €	2 090 €	152 460 €	-	-
Projeto	3	3 300 €	784 €	57 173 €	87 665 €	21 €
CNC	5	5 500 €	1 306 €	95 288 €	125 780 €	18 €
Erosão	2	2 200 €	523 €	38 115 €	68 607 €	25 €
Serralharia	4	4 400 €	1 045 €	76 230 €	106 722 €	19 €
Furação	4	4 400 €	1 045 €	76 230 €	106 722 €	19 €

4.2 Calcular valor hora/máquina

O cálculo do valor hora/máquina será então efetuado por secção, considerando alguns equipamentos por cada secção, esta seleção foi feita de acordo com a realidade da Automoldes.

Assim sendo serão consideradas as mesmas secções que as utilizadas para o cálculo hora/homem.

Como valores de consumíveis e de manutenções consideraram-se valores extrapolados através dos valores reais da empresa.

Outro dos fatores a considerar é a importância do equipamento para a empresa, essa importância foi calculada com base no número de horas reais em que o equipamento está efetivamente a operar, Equação 3, dados extrapolados através dos valores reais da Automoldes.

Por fim é ainda necessário considerar os custos fixos da empresa, valor no qual estão inseridos valores de prestações de máquinas, seguros, eletricidade, água, etc; como custos fixos extrapolou-se o valor de 25.000€/ mês, valor uma vez mais extrapolado através da realidade da Automoldes. O valor dos custos fixos será distribuído pelos equipamentos em conformidade com a importância de cada equipamento para a empresa, de forma a distribuir esta despesa pelos equipamentos que têm maior produtividade e rentabilidade.

Na Tabela 6, podem-se observar os resultados obtidos para o valor hora-máquina.

Tabela 6 – Determinação do valor hora máquina

Equipamentos	Consumíveis (ano)	Manutenção (ano)	Horas de trabalho (ano)	Importância p/ a empresa (%)	Custos fixos (ano)	Total de gastos	Valor hora-máquina
Projeto	10 000 €	50 €	1 615	7,9 %	23 560 €	33 610 €	21 €
CNC elétrico	40 000 €	50 €	3 230	15,7 %	47 120 €	87 170 €	27 €
CNC 5 eixos	10 000 €	50 €	3 230	15,7 %	47 120 €	57 170 €	18 €
CNC 3 eixos	10 000 €	50 €	3 230	15,7 %	47 120 €	57 170 €	18 €
Eletroerosão	3 000 €	50 €	1 830	8,9 %	26 702 €	29 572 €	16 €
Erosão fio	3 000 €	50 €	1 830	8,9 %	26 702 €	29 572 €	16 €
Furação rápida	2 000 €	50 €	431	2,1 %	6 283 €	8 333 €	19 €
Serralharia	4 000	50 €	1 615	7,9 %	23 560 €	27 610 €	17 €
Retificadora	250 €	50 €	108	0,5 %	1 571 €	1 871 €	17 €
Fresadora	250 €	50 €	1 615	7,9 %	23 560 €	23 860 €	15 €
Radial	250 €	50 €	1 615	7,9 %	23 560 €	23 860 €	15 €
Furadora	250 €	50 €	108	0,5 %	1 571 €	1 871 €	17 €
Torno	250 €	50 €	108	0,5 %	1 571 €	1 871 €	17 €

Por vezes as empresas têm muitos equipamentos e torna-se impraticável a orçamentação de um projeto, particularizando o tempo que irá necessitar por cada equipamento para realizar o projeto.

Por este motivo as empresas têm a necessidade de generalizar o cálculo hora/máquina, para hora/secção, de forma a ter o valor do custo de uma hora de trabalho de cada secção, onde engloba o valor dos equipamentos que nela operam, assim como o valor dos colaboradores que apoiam a secção.

Assim sendo, procedeu-se ao cálculo hora/secção para a Automoldes, baseado nos valores hora/homem e hora/máquina obtidos anteriormente, estando o seu resultado demonstrado na Tabela 7.

Tabela 7 – Determinação do valor hora/secção

Secção	Equipamentos	Hora/máquina	Hora/homem	Importância p/secção	Hora/homem p/secção	Hora/máquina p/secção	Hora/homem + Hora/máquina	Hora/secção
Projeto	Projeto	21 €	21 €	100 %	21 €	21 €	42 €	42 €
CNC	CNC elétrodo	27 €	18 €	33,33 %	6 €	27 €	33 €	27 €
	CNC 5 eixos	18 €		33,33 %	6 €	18 €	24 €	
	CNC 3 eixos	18 €		33,33 %	6 €	18 €	24 €	
Erosão	Eletroerosão	16 €	25 €	44,7 %	11 €	16 €	27 €	26 €
	Erosão fio	16 €		44,7 %	11 €	16 €	27 €	
	Furação rápida	19 €		10,6 %	3 €	19 €	22 €	
Serralharia	Serralharia	17 €	19 €	100 %	19 €	17 €	36 €	36 €
Furação	Retificadora	17 €	19 €	2,9 %	0,59 €	17 €	18 €	20 €
	Fresadora	15 €		45,65 %	8,80 €	15 €	24 €	
	Radial	15 €		45,65 %	8,80 €	15 €	24 €	
	Furadora	17 €		2,9 %	0,59 €	17 €	18 €	
	Torno	17 €		2,9 %	0,59 €	17 €	18 €	

4.3 Folha de cálculo para determinar valor hora/secção da Automoldes

Paralelamente aos cálculos dos valores hora/homem e hora/máquina para esta dissertação, na qual se utilizaram, por razões de confidencialidade dados genéricos, foi desenvolvida uma folha de cálculo, na qual, com a introdução dos dados reais, a empresa consegue chegar aos valores hora/homem, como demonstrado na Figura 47, e hora/máquina, na Figura 48, ficando a empresa em condições de determinar estes valores e rentabilidades, entre outros.

Essa folha de cálculo segue os princípios de cálculo descritos ao longo desta dissertação, que já foram adaptados à realidade da empresa, nomeadamente no que respeita à divisão por secções específicas.

Na folha de cálculo desenvolvida, a Automoldes apenas necessita de colocar os dados atualizados nas células em branco e o cálculo é efetuado de forma automática.

Numero dias trabalho 2017	
Numero dias ano 2017	365
Numero semanas / ano 2017	52
Numero feriados uteis ano 2017 / dias	13
Tempo ferias ano 2017 / dias	22
Numero dias uteis trabalho / ano 2017	226

PARAGENS	
Tempo plenários / ano (h)	10
Tempo pausas trabalho / dia (min)	20
Tempo pausas trabalho / ano (h)	75
finais de semana	2496
Tempo total de pausas / ano (dias)	10,7

Tempo util de trabalho (Dias)	215,3
Tempo util de trabalho (h)	1723

Rentabilidade	80%
Tempo efetivo de trabalho (Dias)	172
Tempo efetivo de trabalho (h)	1378

Secção	Nr funcionários	Soma salários mensal	TSU emp. 23,75%	Média salários anual	salario + indiretos	Mão de obra / hora
Gerência + indiretos	8	8 800,00 €	2 090,00 €	152 460 €		
Projeto	3	3 300,00 €	783,75 €	57 173 €	87 665 €	21,20 €
CNC	5	5 500,00 €	1 306,25 €	95 288 €	125 780 €	18,25 €
Erosão	2	2 200,00 €	522,50 €	38 115 €	68 607 €	24,89 €
Serralharia	4	4 400,00 €	1 045,00 €	76 230 €	106 722 €	19,36 €
Furação	4	4 400,00 €	1 045,00 €	76 230 €	106 722 €	19,36 €

Figura 47 – Folha de cálculo para determinar valor hora/homem

Secção	Equipamento	Consumiveis ANO	Manutenção ANO	CUSTOS maquina / ano	Horas de trabalho reais p/ dia	Total horas de trabalho ANO	Importancia para a empresa	CUSTOS FIXOS / ano	TOTAL GASTOS	Hora máquina	Mão obra/h	Mão obra importancia	Mão obra operarios	Hora/homem + Hora/maquin	Hora/secção
Projeto	Projeto	10 000 €	50 €	10 050 €	7,5	1615	7,9%	23 560 €	33 610 €	21 €	21 €	1615	21 €	42 €	42 €
CNC	CNC eletrodos	40 000 €	50 €	40 050 €	15,0	3230	15,7%	47 120 €	87 170 €	27 €	18 €	1077	6 €	33 €	27 €
	CNC 5 eixos	10 000 €	50 €	10 050 €	15,0	3230	15,7%	47 120 €	57 170 €	18 €		1077	6 €	24 €	
	CNC 3 eixos	10 000 €	50 €	10 050 €	15,0	3230	15,7%	47 120 €	57 170 €	18 €		1077	6 €	24 €	
Erosão	Eletro-erosão	3 000 €	50 €	3 050 €	8,5	1830	8,9%	26 702 €	29 752 €	16 €	25 €	819	11 €	27 €	26 €
	Eletro - erosão Fio	3 000 €	50 €	3 050 €	8,5	1830	8,9%	26 702 €	29 752 €	16 €		819	11 €	27 €	
	Furação rápida	2 000 €	50 €	2 050 €	2,0	431	2,1%	6 283 €	8 333 €	19 €		45	3 €	22 €	
Serralharia	Serralharia	4 000 €	50 €	4 050 €	7,5	1615	7,9%	23 560 €	27 610 €	17 €	19 €	1615	19 €	36 €	36 €
Furação	Rectificadora	250 €	50 €	300 €	0,5	108	0,5%	1 571 €	1 871 €	17 €	19 €	3	0,59 €	18 €	20 €
	FRESADORA	250 €	50 €	300 €	7,5	1615	7,9%	23 560 €	23 860 €	15 €		734	8,80 €	24 €	
	RADIAL	250 €	50 €	300 €	7,5	1615	7,9%	23 560 €	23 860 €	15 €		734	8,80 €	24 €	
	FURADORA	250 €	50 €	300 €	0,5	108	0,5%	1 571 €	1 871 €	17 €		3	0,59 €	18 €	
	TORNO	250 €	50 €	300 €	0,5	108	0,5%	1 571 €	1 871 €	17 €		3	0,59 €	18 €	

Figura 48 – Folha de cálculo para determinar valor hora/máquina

5. CÁLCULO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DOS MOLDES

Uma vez determinado o valor hora/homem e hora/máquina, e com o registo de tempos de produção que a empresa já faz, está-se em condições de calcular o valor real de custo de produção dos dois moldes convencionais já realizados, e fazer uma estimativa das horas necessárias para a produção do molde bimaterial, assim como estimar os custos do material.

5.1 Custo de produção do molde 1 e do molde 2

A empresa tem na sua base de dados os tempos consumidos em cada secção para a realização dos moldes, indicados na Tabela 8 e na Tabela 11 para o molde 1 e molde 2, respetivamente. Com esses dados juntamente com os dados das compras efetuadas para o molde 1, Tabela 9, e para o molde 2, Tabela 12, calculou-se então o custo de produção dos dois moldes; do Molde 1 para produzir a peça rígida e do Molde 2 para sobreinjetar a borracha na peça rígida. O custo total do molde 1 e do molde 2 estão demonstrados na Tabela 10 e na Tabela 13, respetivamente.

Tabela 8 – Custo de mão-de-obra molde 1

Secção	Nº de horas despendidas	Valor hora	Custo p/secção
Projeto	63,5	42 €	2 667 €
CNC	67,3	27 €	1 817 €
Erosão	39,8	26 €	1035 €
Serralharia	21,3	36 €	767 €
Furação	19,0	20 €	380 €
TOTAL	210,8	---	6 666 €

Tabela 9 – Custo de matéria-prima molde 1

Tipo de material	Custo
Acessórios	388 €
Estrutura	500 €
Canal quente	1 054 €
Aços	49 €
TOTAL	1 991 €

Tabela 10 – Custo final molde 1

Custo do molde	
Material	1 991 €
Horas de produção	6 666 €
TOTAL	8 657 €

Tabela 11 – Custo de mão-de-obra molde 2

Secção	Nº de horas despendidas	Valor hora	Custo p/secção
Projeto	44	42 €	1 848 €
CNC	74,7	27 €	2 017 €
Erosão	66	26 €	1 716 €
Serralharia	48,7	36 €	1 753 €
Furação	38,1	20 €	762 €
TOTAL	270,5	---	8 096 €

Tabela 12 – Custo de matéria-prima molde 2

Tipo de material	Custo
Acessórios	482 €
Estrutura	515 €
Canal quente	779 €
Aços	49 €
TOTAL	1 825 €

Tabela 13 – Custo final molde 2

Custo do molde	
Material	1 825 €
Horas de produção	8 096 €
TOTAL	9 921 €

5.2 Custos de produção para molde bimatéria

Uma vez calculados os custos reais para a produção dos moldes 1 e 2, é agora necessário calcular os custos para a produção do molde bimatéria, designado doravante por molde 3.

Para o molde 3 foi feito o projeto integral no decurso desta dissertação, mas o molde não foi produzido, por isso o cálculo do seu custo será efetuado: com base na experiência da Automoldes em orçamentação no que respeita ao número de horas necessária para a sua produção, indicadas na Tabela 14; e com bases em valores tabelados no que respeita à matéria-prima, organizados na Tabela 15. Com isto obteve-se o custo final para o molde bimatéria, o qual está indicado na Tabela 16.

Tabela 14 – Custo de mão-de-obra molde 3

Secção	Nº de horas despendidas	Valor hora	Custo p/secção
Projeto	75	42 €	3 150 €
CNC	150	27 €	4 050 €
Erosão	75	26 €	1 950 €
Serralharia	45	36 €	1 620 €
Furação	80	20 €	1 620 €
TOTAL	425	---	11 285 €

Tabela 15 – Custo de matéria-prima molde 3

Tipo de material	Custo
Acessórios	3 150 €
Estrutura	1 800 €
Canal quente	5 000 €
Aços	300 €
TOTAL	10 250 €

Tabela 16 – Custo final molde 3

Custo do molde	
Material	10 250 €
Horas de produção	12 370 €
TOTAL	22 620 €

Tendo sempre em mente que a produção da peça bimaterial não se resume apenas à construção do/s molde/s, é importante agora refletir sobre os restantes aspetos envolventes, antes de tirar as conclusões.

Posto isto, e com o objetivo primordial de estudar a melhor solução para a obtenção da peça final bi-injetada, definiram-se 3 possíveis hipóteses como caso de estudo, tendo sempre como base a realidade da empresa que tem neste momento os moldes em produção:

- Hipótese 1: Produção de dois moldes isolados, molde 1 e molde 2, em que está um colaborador a colocar no molde 2, a peça rígida produzida no molde 1, estando os dois moldes a trabalhar simultaneamente, em 2 máquinas.
- Hipótese 2: Produção de dois moldes isolados, molde 1 e molde 2, em que o molde 1 e 2 trabalham sequencialmente na máquina, ou seja, faz-se a produção da peça rígida, depois troca-se o molde e faz-se a sobreinjeção da borracha,
- Hipótese 3: Produção do molde bimaterial.

Considerando que a injeção da peça rígida tem um ciclo de aproximadamente 40 segundos (valor real de produção no molde 1), e a sobreinjeção da borracha tem um ciclo de aproximadamente 80 segundos, (valor real da produção no molde 2), tempo de ciclo superior, pois obriga à paragem da máquina para a colocação da peça rígida por ação de um operador. Chegando-se assim a um tempo de ciclo total de aproximadamente 120 segundos.

No caso do molde bimaterial, considerou-se um tempo de ciclo total de 60 segundos, ligeiramente superior ao da injeção do molde 1, devido ao efeito de rotação do prato e sobreinjeção da borracha, contudo, este valor não é muito superior, uma vez que o arrefecimento efetivo apenas ocorre antes da desmoldação da peça bimatéria.

Uma vez definidos os tempos de ciclo para as 3 hipóteses, é necessário calcular os custos de produção para cada caso.

Uma máquina de injeção de 200 Toneladas, que é a dimensão standard para injetar estes moldes, tem um custo operacional de 45€/hora, valor médio hora/máquina praticado no mercado.

Através de um estudo de mercado conclui-se que o valor operacional de uma máquina bi-injeção comparativamente a uma máquina de injeção, é cerca de 10% mais elevado, sendo então o valor hora / máquina de bi-injeção de 50€/hora.

Para as hipóteses 1 e 2 é necessário considerar o valor do funcionário que tem que estar obrigatoriamente na máquina, aquando da sobreinjeção da borracha a tempo integral.

Para efetuar esse cálculo, procedeu-se da mesma forma que para o cálculo hora/colaborador, sendo que neste caso o salário definido foi de 750€, e os custos indiretos no

valor de 1000€, o que resultou num valor de 10€/hora. Este custo tem que ser levado em conta, pois o funcionário vai-se dedicar em exclusivo a esta função, de fazer a transição entre moldes.

Poder-se-ia nestes casos optar pela colocação de um robô para diminuir ligeiramente o tempo de ciclo e tornar o processo mais automatizado, no entanto, é necessário englobar o valor associado à aquisição da garra e afinação de todo o processo. Com a experiência que a Automoldes já possui, devido ao facto de já ter operado com estes sistemas, definiu-se um valor de 15 000€ para a sua aquisição e de 5 000€ para a sua instalação e afinação.

O facto de optar pela colocação de um robô não dispensa a necessidade de um colaborador, uma vez que o robô não assegura a transição entre máquinas, nem a colocação das peças rígidas em tapete, no entanto o robô faz a separação de peças esquerdas e direitas o que é uma enorme mais-valia.

A grande vantagem deste sistema é que, ao contrário da solução só com o operador, é permitir trabalho em contínuo, com maior rentabilidade, ou seja, sem pausas.

Uma vez que a empresa que está a injetar os moldes 1 e 2, recorre à ação de um operador vai-se manter esta como a opção a considerar para este estudo.

O cliente tem como objetivo a produção de 1 000 000 de peças no total, ao longo de 5 anos.

Assim sendo, pode-se agora determinar o custo de operação da máquina para as diferentes hipóteses:

Hipóteses 1 e 2:

- Tempo de ciclo em segundos (s): 40s no molde 1 (2 peças rígidas) + 80s no molde 2 (2 peças bimatéria) = 120s para obter 2 peças.
- Número de ciclos: 1 000 000 peças / 2 peças por ciclo = 500 000 ciclos
- Tempo total horas (h) das máquinas: 500 000 ciclos * 120s \approx 17 000h
- Custo total com a máquina: 17 000 * 45€ \approx 765 000€

No caso da hipótese 1, os moldes estão a trabalhar em simultâneo, em 2 máquinas distintas, o tempo final para a obtenção do 1 000 000 de peças é inferior comparativamente ao caso da hipótese 2, sendo essa diferença de aproximadamente 30%, o que daria um tempo total de produção de 12 000h. Contudo, em termos de custos, as duas hipóteses são semelhantes, pois, apesar de na hipótese 1 se utilizarem duas máquinas, o que implica o dobro dos gastos,

essa diferença é anulada pela economia gerada pela diminuição de paragens para trocas de molde.

Hipótese 3:

- Tempo de ciclo em segundos (s): 60s no molde 3 (2 peças bimaterial) = 60s para obter 2 peças.
- Número de ciclos: 1 000 000 peças / 2 peças por ciclo = 500 000 ciclos
- Tempo total máquinas horas (h): 500 000 ciclos * 60s \approx 8 500h
- Custo total com a máquina: 8 500 * 50€ \approx 425 000€

Considerando os resultados obtidos, desenvolveu-se uma tabela resumo, Tabela 17, para mais facilmente conseguir analisá-los.

Tabela 17 – Custo final das hipóteses

	Hipótese 1	Hipótese 2	Hipótese 3
Custos com molde	18 578 €	18 578 €	22 620 €
Tempo de produção, das máquinas	17 000 h	17 000 h	8 500 h
Custos com máquina	765 000 €	765 000 €	425 000 €
Tempo total de produção	12 000 h	17 000 h	8 500 h
Custos extras	120 000 €	170 000 €	-
CUSTO FINAL	903 578 €	953 578 €	447 620 €

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma vez desenvolvido o trabalho previsto para esta dissertação, está-se em condições de analisar os resultados obtidos.

Considerando os dados anteriormente calculados, procede-se então a uma análise de resultados, com o objetivo de determinar qual das soluções seria mais viável em termos práticos, Tabela 18.

Tabela 18 – Custo final dos moldes.

	2 Moldes		Molde 3 - bi-injeção
	Molde 1	Molde 2	
Material	1 991 €	1 825 €	10 250 €
Horas de produção	6 666 €	8 096 €	12 370 €
TOTAL	18 578 €		22 620 €

Com base nos resultados acima descritos, verifica-se que os custos do material para o molde 3 são superiores aos custos da soma dos materiais para o molde 1 e 2.

Este facto já era expectável, devido ao molde 3 ter uma dimensão muito superior à dos moldes 1 e 2, uma vez que conforme descrito no capítulo 3, o molde 3 irá acoplar num só molde o conceito do molde 1 e 2. Outra razão para a disparidade de valores verificada, é o investimento necessário no sistema de alimentação para o molde 3, que é muito mais complexo que os utilizados no molde 1 e 2.

No que respeita às horas de produção necessárias, o somatório destas para o molde 1 e 2, é superior ao valor necessário para a produção do molde 3.

Este facto também já era previsível, pois, apesar do molde 3 ser maior, e mais complexo a nível de maquinaria, comparativamente aos moldes 1 e 2, há operações que no molde 3, só serão executadas uma vez; enquanto que, nos moldes 1 e 2, devido ao facto de serem 2 moldes, será necessário duplicar todas as operações, o que leva a um aumento do número de horas de produção.

No que respeita ao investimento para a produção dos moldes 1,2 e 3, analisando a Tabela 18, constata-se que o molde 3 é mais dispendioso comparativamente ao investimento necessário para produzir o conjunto dos moldes 1 e 2, existindo uma diferença de valores a rondar os 4000 €.

Analisando as 3 hipóteses descritas no capítulo anterior, ora o cliente tem duas máquinas a produzir em simultâneo e um operador a fazer a colocação da peça rígida no molde de sobreinjeção; ora produz uma grande quantidade da rígida e posteriormente, na mesma máquina troca o molde e sobreinjeta a borracha, no stock de peças rígidas produzidas; ora tem um molde de bi-injeção e produz peças finais a cada ciclo com um só molde e máquina.

As 3 hipóteses têm vantagens e desvantagens, nomeadamente:

- Hipótese 1: Necessárias 2 máquinas de injeção, a produção da peça rígida tem de arrancar antes, pois esta tem de contrair de forma a permitir a sobremoldação da borracha na peça rígida, já nas dimensões finais. É obrigatório ter um operador a tempo inteiro na máquina que sobreinjeta a borracha, para colocar a peça rígida.
- Hipótese 2: Apenas necessita de uma máquina de injeção, mas o tempo de produção de uma peça final bimaterial é muito longo, cerca de 30% mais de tempo que no caso da hipótese 1. Para esta solução é obrigatório também ter um operador a tempo inteiro na máquina que sobreinjeta a borracha, para colocar a peça rígida.
- Hipótese 3: Apenas necessita de 1 máquina de injeção, embora esta tenha de estar equipada com prato rotativo. Após o arranque, a cada ciclo são produzidas peças bimaterial, sendo que a peça rígida nunca chega a sair do molde antes de ser sobreinjetada, facto que evita fenómenos de contração, que poderia provocar defeitos nas peças. Permite ter um processo 100% automático, e não necessita de operador. Esta hipótese obriga a que estejam duas unidades injeção em simultâneo a trabalhar.

Fazendo uma análise temporal, verifica-se que a hipótese 2 é a opção que irá demorar mais tempo a fazer o total da produção do 1 000 000 de peças, pois só considera uma máquina; seguindo-se a hipótese 1 e por fim a hipótese 3 que representa quase de metade do tempo que as anteriores.

Analisando os resultados do capítulo anterior, constata-se que entre as 3 hipóteses estudadas, a hipótese 3 é claramente a hipótese mais viável, no entanto tem um investimento inicial superior, e implica ter um máquina adaptada com prato rotativo e uma unidade de injeção externa, facto também bastante dispendioso.

Pensando, em termos estatísticos, tendo sempre como base este caso, pode-se nesta fase responder à seguinte questão:

“A partir de que quantidades de peças começa a fazer sentido pensar num molde e máquina bimaternal?”

No Gráfico 1, está representada a forma como o custo total final associado a cada hipótese, varia com a quantidade de peças a produzir no total.

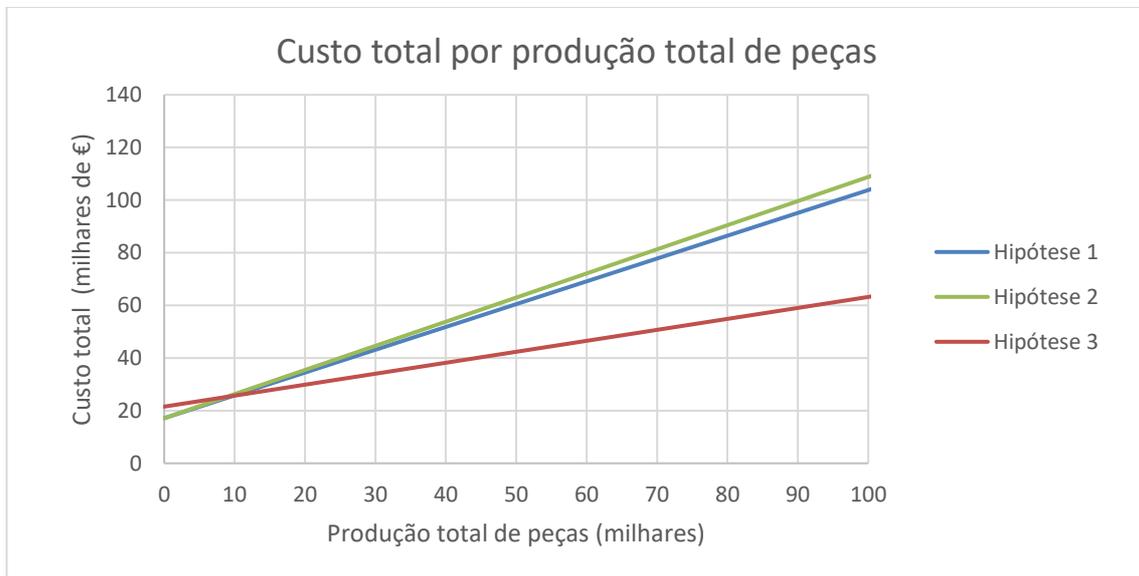


Gráfico 1 – Custo total de cada hipótese vs volume de produção total

Feita uma análise ao gráfico, pode-se constatar que apesar de a hipótese 3, na qual se desenvolve um molde bimaternal, não ser inicialmente a mais vantajosa financeiramente, quando o volume de peças a produzir exceder as 9 000, esta torna-se a hipótese mais viável.

Também verifica-se que à medida que o volume de peças aumenta, a diferença entre o custo total da hipótese 1 com o da hipótese 2, torna-se mais expressiva, com a hipótese 2 a ser a mais dispendiosa.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Uma vez concluído o trabalho previsto para esta dissertação e com todos os resultados analisados, pode-se agora tirar algumas conclusões.

7.1 Conclusões

Com o desenvolvimento desta dissertação, foram adquiridos e consolidados vários conhecimentos e competências, quer a nível da realidade financeira das empresas, no que respeita aos custos, quer a nível da indústria de desenvolvimento e conceção de moldes.

Feita a análise aos resultados obtidos para os diferentes cenários, conclui-se que, para este caso de estudo, a hipótese mais vantajosa para a empresa cliente, é a do desenvolvimento de um molde bimaterial. Esta hipótese, tem uma mais valia financeira na ordem dos 50% quando comparado à hipótese 1, sendo que esse valor atinge os 53% quando comparada com a hipótese 2.

Conforme o verificado no Gráfico 2, e tendo como base este caso de estudo em concreto, quando a quantidade de peças a produzir ultrapassar as 9 000, já faz sentido pensar na opção do molde bimaterial.

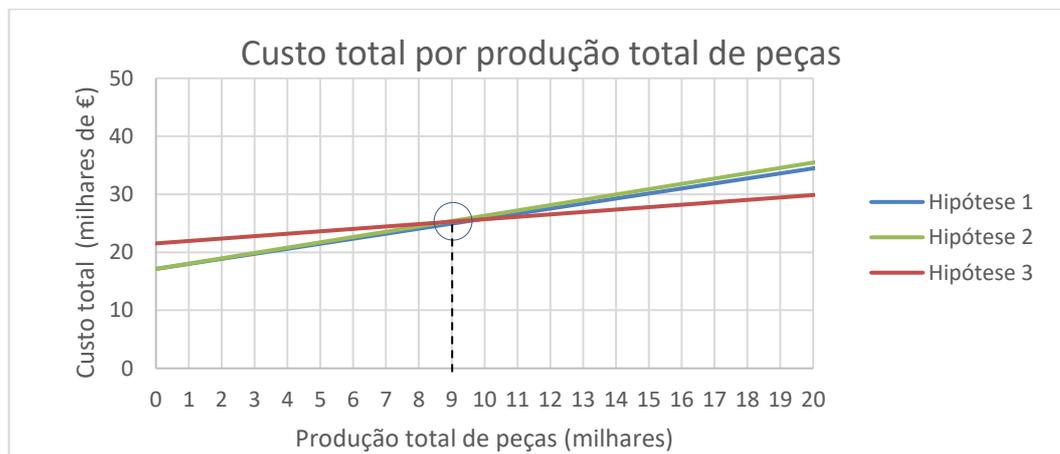


Gráfico 2 – Ponto de interseção das hipóteses 1 e 2 com a hipótese 3

Esta conclusão, em termos industriais não é linear, pois cada peça bimaterial tem a sua complexidade; e o equipamento, e taxas de ocupação de máquinas que as empresas têm, variam muito de umas para as outras. Começando pelo facto de a empresa possuir ou não uma máquina

de bi-injeção, com prato rotativo; passando pela hipótese de ter disponibilidade para colocar o projeto nessa máquina; ou mesmo de equacionar a compra de uma nova máquina para o projeto.

Nesse caso em concreto, a empresa já tem no seu parque de máquinas, uma máquina bi-injeção que poderia alocar ao projeto, o que facilitou a análise, mas no caso de não ter, esse seria um dos fatores mais importantes a ter em conta. Embora, segundo o que se verificou neste estudo, facilmente qualquer departamento de compras consegue, com números, justificar estes investimentos, caso o valor total de peças a produzir seja elevado.

Em suma, este trabalho veio dar mais ênfase, à teoria de que para produzir uma peça com dois materiais, o desenvolvimento de um molde bimaterial, apresenta sempre mais-valias em relação ao desenvolvimento de dois moldes convencionais.

O desenvolvimento de um projeto como este, é muito importante para as empresas, pois, por vezes, tem-se uma noção de entre várias hipóteses, aquela que poderá ser a mais benéfica, mas, no entanto, não sendo sustentada com factos e números, não possuem argumentos suficientes para sustentar uma tomada de decisão na hora de escolher qual o melhor percurso a seguir. Com uma análise como a desenvolvida nesta dissertação, originam-se argumentos sustentados para que se tomem decisões inteligentes, e acima de tudo economicamente mais viáveis, uma vez que é um dos fatores mais importantes para as empresas.

Estes estudos podem por vezes ser morosos, o que os torna em parte dispendiosos, mas a poupança resultante de uma escolha mais viável para a empresa, permite por vezes absorver esses custos, e beneficiar com isso.

7.2 Sugestões para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, seria interessante a realização de mais casos de estudo reais como o abordado, por forma a fazer médias dos resultados obtidos, e tirar conclusões ainda mais realistas e sustentadas, dando mais credibilidade a esse valor.

Seria interessante também abordar os custos associados ao investimento em uma máquina bimaterial com prato rotativo, fazendo um *benchmarking* para entrar com esse fator em conta, e estudar a partir de que quantidades de produção compensa o investimento na máquina.

Também se sugere, que as empresas que pretendam desenvolver e produzir uma peça bimaterial, executem um trabalho idêntico a este, com os custos implícitos a todas as hipóteses, que possam existir para a produção dessa peça.

BIBLIOGRAFIA

- [1] “Universidade do Minho.” [Online]. Available: <http://www.nos.uminho.pt/Article.aspx?id=36>. [Accessed: 05-Feb-2018].
- [2] “Universidade do Minho.” [Online]. Available: <https://www.uminho.pt/PT/investigacao-e-inovacao>. [Accessed: 07-Feb-2018].
- [3] “Automoldes.” [Online]. Available: <https://automoldes.com/>. [Accessed: 07-Feb-2018].
- [4] “American Chemistry Council.” [Online]. Available: <https://plastics.americanchemistry.com/Automotive/>. [Accessed: 08-Oct-2018].
- [5] “Associação de fabricantes para a indústria automóvel.” [Online]. Available: http://www.afia.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=4804&Itemid=1&lang=pt_PT. [Accessed: 06-Mar-2018].
- [6] Centimfe, Ed., *Manual do Projetista para moldes de injeção de plástico*. 2003.
- [7] M. C. Paiva, “Transformação de polímeros.” .
- [8] “Wikipédia.” [Online]. Available: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Calandragem>. [Accessed: 20-Mar-2018].
- [9] “Fibrenamics green.” [Online]. Available: <http://green.fibrenamics.com/moldacao-por-compressao>. [Accessed: 20-Mar-2018].
- [10] J. Viana and C. Martins, “Moldação por injeção de termoplásticos.” .
- [11] “Wikipédia.” [Online]. Available: https://pt.wikipedia.org/wiki/Moldagem_por_injeção. [Accessed: 15-Mar-2018].
- [12] A. M. Brito, “Moldes de Injeção para termoplásticos.” Guimarães, 2000.
- [13] G. Potsch and W. Michaeli, “Injection Molding.” .
- [14] A. M. Brito, “Moldes para injeção multimaterial.”
- [15] “Sumitomo Shi Demag.” [Online]. Available: <https://www.sumitomo-shi-demag.eu/de/verfahren/mehrkomponententechnik/formteile-umsetzen.html>. [Accessed: 29-Mar-2018].
- [16] “Sumitono Shi Demag.” [Online]. Available: <https://www.sumitomo-shi-demag.eu/de/verfahren/mehrkomponententechnik/drehteller.html>. [Accessed: 30-Mar-2018].
- [17] “ANTRAM.” [Online]. Available: <https://antram.pt/attachments/upload/GuiaTransportador/4.Custos.pdf>. [Accessed: 10-Apr-2018].
- [18] “Azcentral.” [Online]. Available: <https://yourbusiness.azcentral.com/cost-revenue->

- profit-important-21609.html. [Accessed: 17-Apr-2018].
- [19] “Dicionário Financeiro.” [Online]. Available: <https://www.dicionariofinanceiro.com/custos-fixos-e-variaveis/>. [Accessed: 13-Apr-2018].
- [20] “Industria hoje.” [Online]. Available: <https://www.industriahoje.com.br/como-calcular-o-custo-hora-de-um-funcionario-com-encargos>. [Accessed: 20-Apr-2018].
- [21] “Smalbusiness.” [Online]. Available: <https://smallbusiness.chron.com/importance-costing-managerial-decision-making-51739.html>. [Accessed: 24-Apr-2018].