

Dissertação de candidatura ao grau de Mestre em Engenharia Química  
apresentada à Escola Superior de Tecnologia e de Gestão  
do Instituto Politécnico de Bragança

Quero ser teu Amigo  
Nem demais e nem de menos...  
Nem tão longe e nem tão perto.  
Na medida mais precisa que eu puder.  
Mas amar-te como próximo, sem medida...  
E ficar sempre em tua vida  
Da maneira mais discreta que eu souber.  
Sem tirar-te a liberdade,  
Sem jamais te sufocar,  
Sem forçar a tua vontade.  
Sem falar quando for a hora de calar  
E sem calar quando for a hora de falar.  
Nem ausente nem presente por demais...  
Simplesmente, calmamente, ser-te paz.  
É bonito ser amigo,  
Mas confesso:  
É tão difícil aprender...  
Por isso, eu te peço paciência.  
Vou encher esse teu rosto  
De alegrias, lembranças...  
Dá-me tempo  
De acertar nossas distâncias!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço antes de mais ao Engenheiro João Pedro Martins, por todos os conhecimentos técnicos e científicos que me transmitiu durante o meu estágio profissional. A sua disponibilidade, apoio e incentivo que permitiram a realização deste trabalho.

À Doutora Joana Amaral, pelos conhecimentos científicos que me transmitiu, bem como pela paciência que carinhosamente mostrou ter e pelo seu sacrifício pessoal que tanto me auxiliou ao longo desta etapa agora concluída.

À família Sousa de Balasar por todo o apoio que me prestaram, pela sua simpatia, pelo seu acolhimento, apoio, incentivo e paciência que sempre me dispensaram.

Às minhas irmãs, que embora distante tenho-as sempre presentes em qualquer trabalho que eu execute.

À Élia e ao Luís pela amizade, apoio e companheirismo que me transmitiram especialmente nos momentos de maior necessidade.

Aos meus tios que nunca me deixaram desanimar neste percurso e sempre me deram incentivo.

Agradeço em especial a todos os colaboradores da INOVEPLASTIKA, pelo apoio e força que me deram, pela paciência que tiveram comigo ajudando-me a crescer profissionalmente. Agradeço as compreensões que sempre mostraram ao longo da realização deste trabalho.

## **RESUMO**

Com este trabalho pretendeu-se elaborar um documento disponível para consulta por parte de novos colaboradores que possam eventualmente vir a ser contratados pela empresa INOVEPLASTIKA, com o objectivo de auxiliar a sua compreensão sobre alguns conceitos fundamentais relativos ao trabalho desenvolvido na indústria de termoplásticos, mais concretamente no que respeita a indústria de componentes automóveis, e desta forma contribuir para um desempenho satisfatório ao longo do seu percurso na INOVEPLASTIKA.

Desta forma, neste trabalho apresenta-se os diferentes tipos de materiais frequentemente utilizados na indústria transformadora dos termoplásticos, principais fornecedores de matérias-primas utilizadas, principais componentes dos moldes, características de funcionamento das injectoras, assim como possíveis correcções a implementar quando se opera numa injectora.

Para que os diferentes departamentos da INOVEPLASTIKA atingissem uma maior interactividade entre eles, permitindo rentabilizar da melhor forma possível os equipamentos e recursos humanos disponíveis e, conseqüentemente, possibilitar a obtenção de produtos com valor acrescentado e aumentar a produtividade da fábrica, foi necessário implementar metodologias de optimização na empresa. Assim sendo, este trabalho refere ainda a teoria que suportou as implementações efectuadas, nomeadamente no que respeita a Engenharia de Produto, de Processo e o Planeamento e Controlo da Produção.

Palavras chave: Termoplásticos; Produção; Injectora; Molde

## Abstract

The main objective of this work was to elaborate a document that could be available for consultation by any new employee who might be hired by the company INOVEPLASTIKA. The aim of this document was to help the new collaborators to understand some fundamental concepts regarding the work in the industry of thermoplastics in general, and in the automotive industry in particular. This could contribute to its performance improvement along their journey in INOVEPLASTIKA company.

Thus, this work presents several types of materials often used in the manufacturing of thermoplastics, the main suppliers of raw materials, key components of the mould, the operating characteristics of the injector machine, as well as possible adjustments that should be implemented to correct some problems that can happen along the injection process.

From another point of view, along this work it was necessary to implement optimization methodologies at INOVEPLASTIKA company, in order to achieve the best interactivity among the different departments, allowing the best possible return of the equipment and of human resources and, consequently, to increase the productivity of the factory. Therefore, this document also mentions the theory that supported the optimizations implemented, namely in what concerns Product Engineering, Process Engineering and Planning and Production Control.

Keywords: Thermoplastics; Production; Injector machine; Mould

## **Abreviaturas**

ABS – Acrilonitrilo Butadieno Estireno

ABS+PC – Mistura (*Blend*) de Acrilonitrilo Butadieno Estireno e Policarbonato

*C° - Célsius*

*GE - General Electric Company*

H - Hora

PA – Poliamida

PBT - Politereftalato de Butileno

PC – Policarbonato

PE – Polietileno

PET – Politereftalato de Etileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEBD – Polietileno de Baixa Densidade

PMMA – Polimetilo Metacrilato (Acrílico)

POM – Polióxido de Metileno (Poliacetal)

PP – Polipropileno

PPO – Polióxido de Fenileno

PS – Poliestireno

SAN – Copolímero de Estireno e Acrilonitrilo

UV – Ultra Violeta

## Índice

<b>OBJECTIVOS DO TRABALHO E ORGANIZAÇÃO DA TESE .....</b>	<b>1</b>
<b>1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. ESTÁGIO PROFISSIONAL NA EMPRESA INOVEPLASTIKA.....</b>	<b>5</b>
<b>3. MATÉRIAS-PRIMAS E PARÂMETROS DE INJECCÃO.....</b>	<b>7</b>
3.1. Manuseamento .....	7
3.2. Secagem.....	7
3.3. Formas de Embalagem .....	8
3.4. Classificação dos Materiais Plásticos.....	8
3.5. Materiais Mais Usados .....	9
3.6. Marcas Comerciais .....	12
3.7. Condições Típicas de Moldação.....	13
<b>4. INJECCÃO DE TERMOPLÁSTICOS .....</b>	<b>16</b>
4.1. Introdução.....	16
4.2. A Injectora.....	16
4.2.1. Constituição da Injectora .....	16
4.2.2. Sistema de Fecho .....	16
4.2.3. Sistema de Plasticização.....	18
4.2.4. Sistema de Potência.....	19
4.2.5. Selecção da Injectora.....	19
4.2.6. Regras de Segurança .....	20
4.2.7. Tipos de Injectoras.....	20
4.2.8. Funcionamento de uma Injectora.....	21
4.3. O molde.....	22
4.3.1. Definição.....	22
4.3.2. Constituição do Molde.....	22
4.3.3. Sistemas do Molde .....	23
4.3.3.1. <i>Cavidade</i> .....	23
4.3.3.2. <i>Bucha</i> .....	23
4.3.3.3. <i>Sistema de Alimentação</i> .....	24
4.3.3.4. <i>Sistema de Arrefecimento</i> .....	25
4.3.3.5. <i>Sistema de Extracção</i> .....	25
4.3.3.6. <i>Aço Usados na Construção do Molde</i> .....	25
4.4. O processo de injecção .....	26
4.4.1. Definição.....	26
4.4.2. O Ciclo de Moldação .....	26
4.4.3. Fecho do Molde.....	27
4.4.4. Injecção .....	27
4.4.5. Pressurização ou Pós-Pressão .....	27
4.4.6. Arrefecimento .....	27
4.4.7. Abertura do Molde .....	28
4.4.8. Extracção.....	28
4.4.9. Tempo Morto.....	28
4.4.10. Tempo de Ciclo .....	28
4.4.11. Normas de Segurança .....	29
4.4.12. Arranque de Produção.....	30
4.4.13. Montagem do Molde.....	30

4.4.14. Mudança de Matéria-prima .....	32
4.4.15. Arranque da Produção .....	33
4.4.16. Acompanhamento da Produção .....	34
4.4.17. Responsabilidades do Operador .....	34
4.4.18. Responsabilidades do Responsável do Turno .....	35
4.4.19. Desmontagem do Molde .....	35
4.4.20. Arranque de um Molde Novo .....	36
4.5. Identificação e resolução de problemas .....	41
4.5.1. Introdução .....	41
4.5.2. Resolução de Problemas .....	42
4.5.2.1. <i>Chupados Localizados</i> .....	42
4.5.2.2. <i>Chupados Sobre Grandes Superfícies</i> .....	43
4.5.2.3. <i>Raiados</i> .....	43
4.5.2.4. <i>Raiados de Humidade</i> .....	44
4.5.2.5. <i>Raiados por Degradação Térmica</i> .....	45
4.5.2.6. <i>Raiados por Gases</i> .....	45
4.5.2.7. <i>Raiados de Cor</i> .....	46
4.5.2.8. <i>Diferenças de Brilho</i> .....	46
4.5.2.9. <i>Linhas de Fecho Pronunciadas</i> .....	47
4.5.2.10. <i>Efeito de Jacto – (Jetting)</i> .....	48
4.5.2.12. <i>Efeito de Disco</i> .....	49
4.5.2.13. <i>Marcas de Tensões</i> .....	50
4.5.2.14. <i>Peça incompleta</i> .....	51
4.5.2.15. <i>Rebarbas</i> .....	52
4.5.2.16. <i>Marcas de Extractores</i> .....	52
4.5.2.17. <i>Deformação da Peça Durante a Extracção</i> .....	53
4.5.2.18. <i>Delaminação</i> .....	54
4.5.2.19. <i>Material Frio</i> .....	55
4.5.2.20. <i>Ar Preso</i> .....	55
4.5.2.21. <i>Vazios</i> .....	56
4.5.2.22. <i>Pintas Pretas</i> .....	57
4.5.2.23. <i>Pintas Cinzentas</i> .....	57
4.5.2.24. <i>Marcas Brancas</i> .....	58
4.5.2.25. <i>Tremidos Junto ao Ponto de Injecção</i> .....	58
4.5.2.26. <i>Superfície Mate Junto aos Bicos dos Canais Quentes</i> .....	59
4.5.2.27. <i>Gripados</i> .....	60
4.5.2.28. <i>Comprimento da Almofada Variável</i> .....	60
4.5.2.29. <i>Anéis à Volta do Ponto de Injecção</i> .....	61
4.5.2.30. <i>Gito Preso no Injector</i> .....	61
4.5.2.31. <i>Barulhos do Molde ao Abrir</i> .....	62
4.5.2.32. <i>Cor Mais Acentuada nas Linhas de Fecho</i> .....	62
4.5.2.33. <i>O Molde Não Abre</i> .....	63
4.5.2.34. <i>Superfícies Texturadas Muito Brilhantes</i> .....	63
4.5.2.35. <i>Arrastamento</i> .....	64
4.5.2.36. <i>Dimensões Incorrectas</i> .....	64
4.5.2.37. <i>Peça Partida Durante a Extracção</i> .....	64
4.5.2.38. <i>Fio de Injecção</i> .....	65
4.5.2.39. <i>Molde Corroído</i> .....	66
4.5.2.40. <i>Defeitos em Dobradiças Integrais</i> .....	66
4.5.2.41. <i>Variações no Peso</i> .....	67

4.5.2.42. <i>Empeno</i> .....	68
<b>5. OPTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO.....</b>	<b>69</b>
5.1. Introdução.....	69
5.2. A Engenharia de Produto.....	75
5.3. A Engenharia de Processo.....	80
5.4. O Planeamento e Controlo da Produção.....	83
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>85</b>
<b>7. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>86</b>

## Índice de Tabelas

TABELA 1 – MATERIAIS PLÁSTICOS E A SUA FORMA MOLECULAR (ADAPATADO DE CERTIFICADO DE MATÉRIAS PRIMAS DE FORNECEDORES, 2008).....	8
TABELA 2 – MATERIAIS MAIS USADOS NA INDÚSTRIA DOS TERMOPLÁSTICOS.....	9
TABELA 3 – REFERÊNCIA A MARCAS COMERCIAIS SUA DESIGNAÇÃO E SEUS FABRICANTES.....	12
TABELA 4 – CONDIÇÕES TÍPICAS SOBRE MOLDAÇÃO POR INJECCÃO.....	15

## Índice de Figuras

FIGURA 1 – INJECTORA COM SISTEMA DE FECHO NAS COLUNAS E SEM COLUNAS.....	16
FIGURA 2 – SISTEMA HIDRÁULICO.....	17
FIGURA 3 – SISTEMA MECÂNICO (JOELHEIRA).....	17
FIGURA 4 – SISTEMA DE PLASTICIZAÇÃO.....	18
FIGURA 5 – MOTOR E BOMBA HIDRÁULICA.....	19
FIGURA 6 – INJECTORA VERTICAL.....	20
FIGURA 7 – INJECTORA DE 2 FUSOS.....	21
FIGURA 8 – MÁQUINA INJECTORA PARA CDs (ADAPATADO DE FEIRA EXPOBATALHA, 2008).....	21
FIGURA 9 – MOLDE COMPLETO.....	22
FIGURA 10 – CAVIDADE DE UM MOLDE DE UMA CAVIDADE DE CAPACIDADE DE INJECCÃO DE 2 MATERIAIS.....	23
FIGURA 11 – A BUCHA É A PARTE MACHO DA PEÇA NO MOLDE.....	23
FIGURA 12 – SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO MOLDE 4 CAVIDADES.....	24
FIGURA 13 – SISTEMA DE EXTRACÇÃO MOLDE 4 CAVIDADES.....	25
FIGURA 14 – PODEMOS VERIFICAR AS ETAPAS DE UM CICLO DE INJECCÃO E SEUS PESOS NUM CICLO.....	26
FIGURA 15 – REPRESENTAÇÃO GRÁFICA DO TEMPO DE ARREFECIMENTO EM FUNÇÃO DA ESPESSURA E DA MATÉRIA-PRIMA (1 A 2,5 MM) (MANUAL ARBURG, 2007).....	40
FIGURA 16 – IMAGEM DE UM CHUPADO LOCALIZADO.....	42
FIGURA 17 – IMAGENS DE CHUPADOS EM SUPERFÍCIES GRANDES.....	43
FIGURA 18 – IMAGEM COM RAIADOS QUE POSSUEM HUMIDADE NO MATERIAL.....	44
FIGURA 19 – RAIADOS POR DEGRADAÇÃO TÉRMICA DO MATERIAL.....	45
FIGURA 20 – IMAGEM DE RAIADOS PROVOCADOS POR GASES NO INTERIOR DO MOLDE.....	45
FIGURA 21 – IMAGENS DE RAIADOS PROVOCADOS POR UMA MÁ DISTRIBUIÇÃO DO PIGMENTO.....	46
FIGURA 22 – IMAGENS DE DIFERENÇAS DE BRILHO NAS PEÇAS.....	47
FIGURA 23 – IMAGEM QUE ILUSTRA AS LINHAS DE FECHO NAS PEÇAS.....	47

FIGURA 24 – IMAGEM QUE ILUSTRA A PRESENÇA DE <i>JETTING</i> NAS PEÇAS. ....	48
FIGURA 25 – IMAGEM DE UM QUEIMADO NA PEÇA PLÁSTICA. ....	49
FIGURA 26 – IMAGEM DE UM EFEITO DENOMINADO DE DISCO NO MATERIAL INJECTADO. ....	49
FIGURA 27 – IMAGEM QUE ILUSTRA AS MARCAS DE TENSÕES NO MATERIAL INJECTADO. ....	50
FIGURA 28 – IMAGEM QUE ILUSTRA AS PEÇAS INCOMPLETAS (RATADO).....	51
FIGURA 29 – IMAGEM QUE ILUSTRA REBARBAS NA PEÇA PLÁSTICA. ....	52
FIGURA 30 – IMAGENS QUE MOSTRAM AS MARCAS DOS EXTRACTORES NA PEÇA INJECTADA.....	52
FIGURA 31 – IMAGENS QUE ILUSTRAM A DEFORMAÇÃO DA PEÇA DURANTE A EXTRACÇÃO DA MESMA. ....	53
FIGURA 32 – IMAGEM QUE ILUSTRA A DELAMINAÇÃO DAS PEÇAS PLÁSTICAS.....	54
FIGURA 33 – ILUSTRAÇÃO DO MATERIAL FRIO. ....	55
FIGURA 34 – ILUSTRAÇÃO DE AR PRESO. ....	56
FIGURA 35 – ILUSTRA OS VAZIOS NA PEÇA OU AR NA PEÇA.....	56
FIGURA 36 – ILUSTRAÇÃO DE PINTAS PRETAS (CONTAMINAÇÃO DO MATERIAL). ....	57
FIGURA 37 – IMAGEM QUE MOSTRA PINTA CINZENTA QUE SÓ POSSÍVEL VER NUM DETERMINADO ÂNGULO.....	57
FIGURA 38 – PODEMOS VERIFICAR MANCHAS BRANCAS DE VÁRIOS FORMATOS. ....	58
FIGURA 39 – TREMIDOS CONCÊNTRICOS JUNTO DO PONTO DE INJECCÃO. ....	59
FIGURA 40 – SUPERFÍCIE MATE JUNTO AOS BICOS DOS CANAIS QUENTES. ....	59
FIGURA 41 – ILUSTRA GRIPADOS NA PEÇA INJECTADA. ....	60
FIGURA 42 – ANÉIS A VOLTA DO PONTO DE INJECCÃO .....	61
FIGURA 43 – GITO PRESO NO INJECTOR. ....	61
FIGURA 44 – COR MAIS ACENTUADA NAS LINHAS DE FECHO. ....	62
FIGURA 45 – SUPERFÍCIES TEXTURADAS DEMASIADO BRILHANTES.....	63
FIGURA 46 – MOSTRA UM ARRASTAMENTO NO MATERIAL INJECTADO.....	64
FIGURA 47 – MOSTRA UMA PEÇA PARTIDA DURANTE A SUA EXTRACÇÃO. ....	64
FIGURA 48 – ILUSTRAÇÃO DE UM FIO DE INJECCÃO. ....	65
FIGURA 49 – MOSTRA-NOS O QUE O MOLDE DESGASTADO PODE FAZER AS PEÇAS. ....	66
FIGURA 50 – DEFEITOS EM DOBRADIÇAS INTEGRAIS. ....	67
FIGURA 51 – ILUSTRA UM GRAVE EMPENO NA PEÇA PLÁSTICA NA PEÇA.....	68
FIGURA 52 – REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA ENTRE A ENTRADA DE UMA ENCOMENDA E A SAÍDA DA MESMA. ....	73

## **OBJECTIVOS DO TRABALHO E ORGANIZAÇÃO DA TESE**

Este estágio profissional englobou uma forte componente industrial visando a aquisição de conhecimentos sobre a indústria da injeção de termoplásticos, em particular no que diz respeito à indústria automóvel. Desta forma, com este trabalho, pretende-se transmitir a informação adquirida ao longo do período de estágio na empresa INOVEPLASTIKA.

Nas últimas décadas, a indústria de injeção de termoplásticos sofreu uma grande evolução, tendo que se adaptar muito rapidamente às tecnologias que iam surgindo no mercado, desde os processos de injeção até aos materiais utilizados na transformação dos materiais plásticos. Devido ao acumular de informação disponível, foi objectivo deste trabalho elaborar um documento que pudesse estar disponível para consulta por parte de novos colaboradores que viessem a integrar a equipa da INOVEPLASTIKA. Idealmente, a consulta deste documento permitiria que novos elementos rapidamente percebessem os termos técnicos, os diferentes tipos de matérias-primas utilizadas, os componentes das máquinas e dos moldes, assim como os defeitos e correcções a serem implementadas quando se opera com uma injectora.

Durante o estágio na INOVEPLASTIKA, existiu ainda a necessidade de fazer uma optimização de trabalho para que os processos fossem rentáveis. Assim sendo, foram implementados certos comportamentos e métodos para que essa optimização fosse maximizada. Tal só foi possível, com um plano de controlo bastante apertado e um planeamento cuidadosamente elaborado para que os objectivos da INOVEPLASTIKA fossem atingidos.

Considerando que a descrição da INOVEPLASTIKA é fundamental para que se entenda como a empresa é constituída e como é dividida no seu processo de trabalho, esta dissertação começa por abordar no primeiro capítulo a empresa INOVEPLASTIKA, fazendo uma perspectiva geral da fábrica desde os seus departamentos à sua área de actuação. O segundo capítulo abrange o estágio profissional e os seus objectivos em geral.

Atendendo ao facto de que este estágio profissional permitiu obter um conhecimento mais aprofundado sobre as matérias-primas utilizadas neste tipo de indústria, bem como os principais parâmetros de injeção utilizados para que possamos tirar peças OK mediante as especificações do cliente, os capítulos 3 e 4 dizem respeito, respectivamente, às matérias-primas e parâmetros de injeção. Tendo em consideração todo o processo na sua globalidade, faz-se uma descrição mais pormenorizada de todo o processo de injeção e suas ferramentas, desde máquinas, moldes e cuidados a ter com todos estes componentes. Mais concretamente, no capítulo 4 aborda-se especificamente a injeção de plásticos, referindo os problemas que podemos encontrar neste tipo de trabalho e propondo correcções adequadas para eliminar os defeitos nas peças que foram injectadas. No Capítulo 5 refere-se a Produção propriamente dita, aproveitando para referir a optimização dos trabalhos efectuados e fazendo uma análise aos equipamentos e recursos humanos que permitem orientar o melhor possível a parte da

gestão da produção da empresa. Neste capítulo abordam-se conceitos tais como a Engenharia do Produto, a qual tem como principal função a elaboração dos projectos das peças para que a fábrica tenha sempre a maior diversidade possível, a Engenharia do Processo, a qual tem como principal função a manutenção da fábrica em laboração com os equipamentos disponíveis fazendo um aproveitamento dos meios que possui para que os objectivos da empresa sejam satisfeitos, e por último, o Planeamento e Controlo da produção, o qual é um vector importante da empresa visto que possui a capacidade de articular todos os processos para que os prazos de entrega seja cumpridos e o plano de produção interno seja atingido com o máximo de produtividade possível.

No final deste documento, apresentam-se as conclusões retiradas sobre o trabalho realizado.

## 1. DESCRIÇÃO DA EMPRESA

A INOVEPLASTIKA é uma “jovem” empresa que se dedica à transformação de matérias-primas termoplásticas, tendo iniciado a sua actividade a 1 de Janeiro de 2006. Desde então, e com base nos progressos apresentados, procura afirmar-se cada vez mais como uma empresa dinâmica, inovadora e de projectos ambiciosos. Para tal, a INOVEPLASTIKA conta com um elevado investimento realizado em tecnologia de ponta na área da injeção de plásticos, bem como com o empenho dos seus colaboradores, uma vez que a motivação dos recursos humanos é fundamental para que todo o projecto que envolve a empresa seja realmente implementado com sucesso. Tudo isto faz com que a INOVEPLASTIKA se encontre bem posicionada no quadro nacional, facto este que transparece para o exterior, facilitando a aquisição de clientes estrangeiros. No momento, a empresa possui mais clientes estrangeiros do que nacionais, exportando os seus produtos para países da Ásia, América do Norte, América Central, América do Sul e Europa.

A INOVEPLASTIKA é uma empresa que labora em permanência durante as 24h do dia, sem nunca cessar suas operações. Assim, a interacção entre os diferentes sectores é de extrema importância tendo como principal meta a constante melhoria e progresso, tanto a nível financeiro, como a nível de qualidade do produto, do funcionamento da empresa e de relações humanas. Todo este envolvimento obriga a um esforço enorme de todos os quadros da empresa e é fundamental que estes realmente interajam entre si.

A empresa possui um total de 60 colaboradores, repartidos por 7 sectores principais, nomeadamente:

- Direcção
- Departamento financeiro
- Logística
- Departamento de produção
- Departamento de qualidade
- Departamento de I&D
- Departamento comercial

A direcção é constituída por quatro elementos que interagem permanentemente com todos os colaboradores para que estes se sintam motivados a atingir os objectivos estabelecidos pela empresa.

O departamento financeiro possui duas pessoas que tratam de todos os processos inerentes aos colaboradores, clientes e fornecedores.

A logística dispõe apenas de um elemento, o qual tem a seu cargo diversas funções. Entre estas, conta-se a recepção de encomendas de clientes, mediante as quais este colaborador deverá proceder ao adequado aprovisionamento das matérias-primas que irão ser

utilizadas, se necessário, através da realização de encomendas aos fornecedores adequados. Deverá ainda recepcionar as matérias-primas que dão entrada na fábrica (estas passam depois para a qualidade para saber se são aprovadas), supervisionar se os prazos de entrega e as quantidades produzidas estão a ser cumpridos e tratar do despacho da mercadoria produzida, subcontratando empresas de transporte.

O departamento comercial é constituído por um colaborador, consistindo a sua função principal na angariação de clientes, a qual passa em grande parte pela divulgação dos produtos da empresa, bem como das suas capacidades.

O departamento de I&D é igualmente representado por um único colaborador, o qual tem a seu cargo o desenvolvimento de novos produtos e de novas matérias-primas para que o produto final seja o mais indicado ao fim a que se destina.

O departamento de qualidade integra um total de seis elementos, sendo que dois deles se debruçam sobre os aspectos relacionados com a qualidade, dois desempenham funções de Engenheiro de produto, um exerce funções de metrologista e outro funções de técnico laboratorial. Este último referido, tem a seu cargo a execução de todas as amostragens e a verificação da conformidade das matérias-primas e componentes que dão entrada na fábrica.

O departamento de produção é o maior departamento da empresa. Inicialmente, este departamento consistia apenas na parte da injeção, mas com o crescimento da empresa decidiu-se iniciar um novo projecto para expansão da mesma. Desta forma, a secção de montagens surgiu como complemento do processo produtivo, contudo, mantendo-se a injeção de termoplásticos como principal actividade da empresa. Actualmente, a produção integra um total de 43 colaboradores, 23 dos quais trabalham na secção de injeção e os restantes 20 nas linhas de montagem. Inicialmente a produção era supervisionada por um único engenheiro, mas com a criação das linhas de montagem (correspondendo actualmente a um total de quatro linhas distintas) surgiu a necessidade de contratação de um novo engenheiro, por forma a existir um responsável por cada uma das secções da produção (injeção e linhas de montagem). Desta forma, a empresa enveredou pela hipótese de realização de um estágio profissional com o objectivo de contratar um estagiário que colaborasse na supervisão das recém-criadas linhas de montagem. O estagiário teria como principais funções o controlo de absentismo, a melhoria das condições de trabalho dos colaboradores, a colaboração com o elemento da logística na gestão de stocks (quer de componentes produzidos, quer de produtos intermédios), a optimização da produção, entre outras. Surge assim a oportunidade da realização de um estágio profissional na empresa INOVEPLASTIKA.

## 2. ESTÁGIO PROFISSIONAL NA EMPRESA INOVEPLASTIKA

O estágio profissional teve a duração de 9 meses, tendo sido subdividido em três períodos, os quais podem ser considerados como três fases principais.

A primeira, teve como propósito permitir tomar conhecimento da actividade transformadora da empresa, bem como de toda a sua estrutura, modo de funcionamento e das funções adstritas aos colaboradores das diferentes secções. Desde logo se mostrou importante o contacto com as diversas matérias-primas utilizadas, tendo sempre em mente o seu destino e a especificidade da sua aplicação, uma vez que são as matérias-primas que permitem a obtenção de produtos de valor acrescentado. A aquisição de conhecimentos sobre a gestão de stocks foi igualmente importante, uma vez que esta é fundamental para que haja um perfeito balanço entre o que vai ser produzido, o que está a ser produzido e o que já foi produzido. Este conceito é conhecido nas empresas como “*Just Time*”, isto é, sempre que possível procurar trabalhar com stocks zero. Esta fase permitiu ainda tomar conhecimento dos principais parceiros comerciais e institucionais da empresa, bem como conhecer os principais e potenciais clientes de cada produto. Conhecer os clientes e saber concretamente o que pretendem e o que é solicitado à empresa é de extrema relevância para que os possamos satisfazer o mais possível com produtos de qualidade.

O segundo e terceiro períodos do estágio decorreram sobretudo a nível da secção de produção. No segundo período, as actividades planeadas consistiam em colaborar na organização e controlo das linhas de montagem da Produção, tendo em vista a colaboração directa na industrialização, optimização dos processos e dos produtos produzidos pela montagem. Com este trabalho, pretendia-se que fossem propostas e implementadas soluções e projectos de melhoria, no sentido de otimizar os custos do processo produtivo e, conseqüentemente, dos produtos acabados. Isto poderia implicar soluções que passam pela reorganização do processo produtivo, a detecção de falhas e propostas de soluções para colmatar essas mesmas falhas. Para alcançar os objectivos pretendidos para este segundo período, nomeadamente contribuir para a melhoria do desempenho e produtividade das linhas de montagem, sobretudo através de uma maior eficiência e eficácia por parte da secção de produção, mostrou-se necessário conseguir motivar os colaboradores a terem um maior envolvimento na política de qualidade da empresa. Por outro lado, para se conseguir atingir os objectivos referidos, foi necessário existir uma grande interacção entre o departamento de produção e o de qualidade. Isto porque após o fabrico dos produtos (quer intermédios quer finais) tivemos a necessidade de estabelecer métodos de inspecção da qualidade dos mesmos a nível da equipa de produção e para tal é normalmente necessário o apoio técnico do departamento da qualidade. Muitas vezes através da interacção Produção vs Qualidade podem surgir problemas de ordem mais complicada o que pode obrigar a Produção a implementar soluções e projectos de melhoria no sentido de diminuir a percentagem de peças NOK (peças não OK) e ao mesmo tempo otimizar o processo quer a nível de custos quer a nível de produção.

Por último, no terceiro período deste estágio profissional, pretendeu-se implementar uma colaboração directa com a equipa de engenheiros pertencente aos sectores de qualidade, de produto e de I&D, com vista à criação das condições necessárias, a nível de processo, que permitissem aumentar o nível de qualidade do produto acabado e, se possível, que originassem o fabrico de novos produtos. Para que tal fosse possível de acontecer seria desejável que neste período o estagiário estivesse apto a conseguir estabelecer e liderar a implementação de planos de acção técnica de forma a se atingirem os objectivos de qualidade pretendidos, e claro, algo fundamental na indústria, assegurar a confiança e segurança do cliente final nos produtos da INOVEPLASTIKA.

### 3. MATÉRIAS-PRIMAS E PARÂMETROS DE INJEÇÃO

Actualmente existem um grande número de matérias-primas plásticas e cada vez se desenvolvem mais de modo a melhorar as suas propriedades mecânicas e térmicas. Desta forma, para identificar um material não basta por exemplo designá-lo por policarbonato branco, é necessário indicar a sua designação completa como por exemplo, Lexan 123R-89333. Através desta designação consegue-se saber que o material é um policarbonato de média viscosidade fabricado pela GE resistente aos UV com ajudante de desmoldação com a cor 89333.

Neste capítulo pretende-se apresentar os materiais mais usados, identificar algumas marcas comerciais frequentemente utilizadas e indicar parâmetros típicos de processamento (Bayer).

#### 3.1. Manuseamento

Como em quase tudo, existem algumas regras para o manuseamento de matérias-primas plásticas das quais se realçam as seguintes:

- As zonas de descarga e armazenagem devem manter-se limpas e secas;
- De preferência a zona de armazenagem deverá ser diferente da zona da injeção;
- Armazenar as matérias-primas protegida da luz solar directa, com ventilação natural e de preferência em prateleiras próprias;
- Não deixar o material armazenado durante muito tempo, o material que chega primeiro ao armazém deve ser o primeiro a ser consumido. Este “sistema” é conhecido por *FIFO* que são as iniciais das palavras em inglês que querem dizer *primeiro a entrar, primeiro a sair*;
- As embalagens devem estar limpas exteriormente caso contrário o seu manuseamento pode provocar a contaminação da matéria-prima.

#### 3.2. Secagem

Alguns materiais plásticos tem a propriedade de absorver a humidade que se encontra no ar e por isso têm que ser submetidos a um processo de secagem antes de serem processados (outro termo usado para designar esta operação é estufagem). Os equipamentos usados para esse efeito chamam-se estufas e de uma maneira simplificada a sua função consiste em fazer passar ar aquecido através do material. Dependendo de como o ar é aquecido, tratado e como é feito o seu contacto com o material a secar mais ou menos efectiva é a secagem e menor ou maior o tempo necessário para a matéria-prima estar apta a ser processada. Também desta forma é definido o tipo de estufa e a sua eficiência. As mais eficientes são as estufas de ar seco. Cada material tem uma temperatura de estufagem e um tempo mínimo e máximo recomendado os quais não devem ser ultrapassados pois caso contrário pode provocar a degradação do material. O material depois

de estar estufado deve ser utilizado imediatamente pois caso contrário pode adquirir novamente humidade.

### 3.3. Formas de Embalagem

A forma mais usual de embalar o material plástico é em sacos plásticos ou de papel de 25 kg. Também são usadas embalagens de cartão de 500 ou 1000 kg. Para materiais de grande consumo podem-se usar camiões cisterna que depois descarregam o material para silos que geralmente se encontram no exterior da fábrica. Normalmente a forma de apresentação dos materiais plásticos é em pequenos grãos mas, também podem apresentar-se sob a forma de pó. Em qualquer dos casos uma vez escolhido qual a sua forma esta deve-se manter constante pois trás implicações no processo.

### 3.4. Classificação dos Materiais Plásticos

Os materiais plásticos podem dividir-se quanto à sua forma molecular em cristalinos e amorfos (Tabela 1). Daqui resultam diferentes propriedades para cada grupo. Os materiais amorfos são caracterizados por serem transparentes, rígidos, duros, com pequena contracção e geralmente com pouca resistência ao impacto. Por outro lado os materiais cristalinos são opacos ou semitransparentes, tenazes, macios e apresentam uma grande contracção (Arranje uma referência bibliográfica para esta frase, pois fica aqui bem (Pousada, 1997). A seguir indicam-se quais os materiais que pertencem a cada grupo (Tabela 1).

**Tabela 1** – Materiais plásticos e a sua forma molecular (adaptado de Certificado de matérias primas de fornecedores, 2008).

MATERIAIS CRISTALINOS	Polióxido de Metileno (POM), Politereftalato de Butileno (PBT), Politereftalato de Etileno (PET), Poliamida(PA), Polietileno de alta densidade (PEAD), Polietileno de baixa densidade (PEBD), Polipropileno (PP)
MATERIAIS AMORFOS	Poliestireno (PS), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Copolímero de Estireno e Acrilonitrilo (SAN), Policarbonato (PC), Polimetilo Metacrilato (Acrílico)(PMMA), Polióxido de Fenileno (PPO), Blend de Acrilonitrilo Butadieno Estireno e Policarbonato (ABS+PC), Policloreto de Vinilo (PVC).

Os materiais ainda podem ser homopolímeros ou copolímeros. Os materiais homopolímeros são materiais puros, a sua constituição é toda igual. Os copolímeros, pelo contrário, são “misturas” de dois ou mais materiais de forma a conjugar as melhores propriedades de cada um deles (Pousada, 1997).

### 3.5. Materiais Mais Usados

Seguidamente, apresenta-se uma listagem de materiais frequentemente utilizados na indústria de termoplásticos e, conseqüentemente, na INOVEPLASTIKA. Nesta listagem, referem-se diferentes informações sobre cada um dos materiais, tais como dados de densidade, propriedades térmicas, ópticas e mecânicas, entre outros (Tabela 2).

**Tabela 2** – Materiais mais usados na indústria dos termoplásticos.

<b>ABS – Acrilonitrilo Butadieno Estireno</b>	
Densidade	1,06 a 1,19 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Duro, tenaz, consoante o tipo boa resistência térmica a altas e baixas temperaturas, resistência limitada aos factores climatéricos, absorve pouca humidade, é possível obter-se em transparente, pode galvanizar-se
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, hidrocarbonetos, óleos, gorduras,
Não resistente a	Acetona, éter, benzeno, anilina, essência de anis
Identificação	É facilmente inflamável, arde com chama amarela, liberta fuligem preta e um cheiro adocicado
Contração	0,4% a 0,7 %
<b>PS - Poliestireno</b>	
Densidade	1,05 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Duro, rígido, frágil, boas propriedades dieléctricas, absorve pouca humidade, transparente, boa estabilidade dimensional, fácil de colorir, sem cheiro nem gosto
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, álcool, óleos, gorduras, soluções
Não resistente a	Gasolina, benzeno
Identificação	É facilmente inflamável, arde com chama amarela, liberta muita fuligem preta e um cheiro adocicado
Contração	0,3% a 0,6 %
<b>PE – Polietileno</b>	
Densidade	0,92 a 0,96 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Flexível e macio, resistente ao choque, inquebrável, dependendo da densidade resistente até -40°C, boas propriedades dieléctricas, translúcido, permeável a substâncias aromáticas, translúcido, inofensivo para a saúde
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, álcool, gorduras, gasolina, sumos de
Não resistente a	Hidrocarbonetos clorados, substâncias aromáticas
Identificação	É facilmente inflamável, goteja enquanto arde, chama clara com núcleo azul, cheiro a parafina (vela apagada)
Contração	1,2% a 2,5 %

---

**PP – Polipropileno**

---

Densidade	0,91 a 0,93 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Duro, difícil de quebrar, mais resistente a altas temperaturas que PE mas menos resistente a temperaturas mais baixas, muito boas propriedades dielétricas, translúcido, permeável a substâncias aromáticas, inofensivo para a saúde
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, álcool, gorduras, soluções salinas,
Não resistente a	Hidrocarbonetos clorados, evitar o contacto com cobre
Identificação	É facilmente inflamável, goteja enquanto arde, chama clara com núcleo azul, cheiro a parafina
Contração	1,2% a 2,5 %

---

**SAN – Copolímero de Estireno e Acrilonitrilo**

---

Densidade	1,08 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Bastante transparente e brilhante, tenaz, duro, resistente às variações de temperatura, boa estabilidade dimensional
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, gorduras vegetais e animais, óleos
Não resistente a	Hidrocarbonetos clorados e concentrados, ácidos minerais concentrados, ésteres, éter, cetonas
Identificação	É facilmente inflamável, chama amarela, liberta muita fuligem preta, cheiro a estireno
Contração	0,4% a 0,7 %

---

**PA – Poliamida**

---

Densidade	1,14 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Tenaz Quando absorve humidade, quebradiço quando seco, duro, rígido, resistente à abrasão, bom comportamento “deslizante”, fácil de pigmentar, inócuo
Resistente a:	Óleos, soluções alcalinas, gasolina, benzeno, ésteres, cetonas
Não resistente a	Ozono, ácido sulfúrico, ácido clorídrico, água oxigenada
Identificação	Inflamável continuando a arder, goteja borbulhando, faz fio, chama amarela de contorno amarelo, cheira a aço queimado
Contração	PA6 0,7% a 2,0% com fibra de vidro 0,3% a 0,8% PA66 0,7% a 2,0% com fibra de vidro 0,4% a 0,7%

---

**POM – Polióxido de Metileno (Poliacetal)**

---

Densidade	1,41 a 1,42 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Tenaz, duro, rígido, inquebrável mesmo a baixas temperaturas, resistente ao calor, boa resistência à abrasão, bom comportamento deslizante, inócuo, pouca absorção de humidade
Resistente a:	Ácidos fracos, soluções alcalinas fracas, gasolina, benzeno,
Não resistente a	Ácidos fortes
Identificação	Facilmente inflamável continuando a arder, goteja, chama azulada quase transparente, cheira bastante irritante a
Contração	1,8% a 3,0%

---

**PC – Policarbonato**

---

Densidade	1,2 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Tenaz, duro, rígido, boa resistência ao impacto, resistente ao calor, transparente, boa estabilidade dimensional, inócuo, pouca absorção de humidade, facilidade de pigmentar
Resistente a:	Ácidos fracos, gasolina, óleos, álcool
Não resistente a	Ácidos fortes, soluções alcalinas, benzeno
Identificação	Difícil de inflamar, queima com luz forte, liberta fuligem, borbulha, cheiro forte a fenol
Contração	0,6% a 0,8%, com fibra de vidro 0,1% a 0,5%

#### **PMMA – Polimetilo Metacrilato (Acrílico)**

Densidade	1,18 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Alta dureza superficial, quebradiço, rígido, boa resistência mecânica, resistente à abrasão, transparente, boas propriedades ópticas, muito brilhante, inócuo, facilidade de
Resistente a:	Ácidos fracos, soluções alcalinas fracas, óleos, gorduras
Não resistente a	Ácidos fortes, soluções alcalinas fortes, torna-se quebradiço em
Identificação	Facilmente inflamável, liberta pouca fuligem, cheiro a fruta doce
Contração	0,3% a 0,7%

#### **PPO – Polióxido de Fenileno**

Densidade	1,05 a 1,1 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Duro, rígido, boas propriedades deslizantes, resistente à abrasão, boa estabilidade dimensional a altas temperaturas, inócuo, resistente ao risco, pouca absorção de humidade
Resistente a:	Ácidos, soluções alcalinas, óleos, gorduras
Não resistente a	Benzeno, hidrocarbonetos clorados
Identificação	Difícil de inflamar, liberta fuligem, chama luminosa, cheiro
Contração	0,8% a 1,5%

#### **ABS+PC – Blend de Acrilonitrilo Butadieno Estireno e Policarbonato**

Densidade	1,15 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Resistente ao impacto, muito brilhante, resistente à luz, resistente à deformação a temperaturas elevadas, pode galvanizar-se
Resistente a:	Ácidos fracos, gasolina, óleos, álcool
Não resistente a	Acetona, ésteres, hidrocarbonetos clorados
Identificação	Difícil de inflamar, auto extingüível, liberta fuligem, chama amarela brilhante
Contração	0,5% a 0,7%

#### **PET – Politereftalato de Etileno**

Densidade	1,35 g/cm <sup>3</sup>
-----------	------------------------

Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Tenaz, duro, rígido, boa estabilidade dimensional, pouco higroscópio, poucas tensões internas, boa fluidez, inócuo
Resistente a:	Óleo, gorduras, álcool, éter, gasolina, ácidos diluídos
Não resistente a	Benzeno, ácidos fortes, soluções alcalinas, acetona
Identificação	Difícil de inflamar, auto extingüível, liberta fuligem, chama alaranjada luminosa, cheiro aromático
Contração	1,2% a 2,0%, com fibra de vidro 0,4% a 0,6%

#### **PBT - Politereftalato de Butileno**

Densidade	1,30 g/cm <sup>3</sup>
Propriedades térmicas, ópticas, mecânicas	Boa resistência ao calor, bastante duro e rígido, bom comportamento como “deslizante”, resistente à abrasão pouco higroscópio, poucas tensões internas, inócuo
Resistente a:	Óleo, gorduras, álcool, éter, gasolina, ácidos diluídos, alcalinos
Não resistente a	Benzeno, ácidos fortes, soluções alcalinas, acetona
Identificação	Difícil de inflamar, auto extingüível, liberta fuligem, chama alaranjada luminosa, cheiro aromático
Contração	1,4% a 2,0%, com fibra de vidro 0,4% a 0,6%

### **3.6. Marcas Comerciais**

Em seguida indicam-se algumas marcas comerciais mais conhecidas para cada material (Tabela 3).

**Tabela 3** – Referência a marcas comerciais sua designação e seus fabricantes.

<b>Matéria-prima</b>	<b>Designação Comercial</b>	<b>Fabricante</b>
ABS	Cycolac	GE
	Terluran	BASF
	Ronfalin	DSM
	Lustran	MONSANTO
	Novodur	BAYER
	Magnum	DOW
PC	Lexan	GE
	Makrolon	BAYER
	Xantar	DSM
PBT	Valox	GE
	Ultradur	BASF
	Pocan	BAYER
	Celanex	HOECHST
<b>Matéria-prima</b>	<b>Designação Comercial</b>	<b>Fabricante</b>
PMMA	Diakon	ICI

	Oroglas Plexiglas Lucryl	ATOHAAS ROHM and HAAS BASF
POM	Delrim (homopolímero) Hostaform (copolímero) Ultraform (copolímero)	DUPONT HOECHST BASF
PPO	Noryl Luranyl	GE BASF
PC/ABS	Cycoloy Stapron C Bayblend	GE DSM BAYER
PP	Novolen Stamylan P Hostacom (com carga) Hostalen PP Vestolen P Astryl	BASF DSM HOECHST HOECHST HULS MONTELL
PEAD	Hostalen Lupolen HD Lacqtene HD Moplen RO Neste HDPE Stamylan HD Vestolen A	HOECHST BASF ATOCHEN ENIMONT NESTE DSM HULS
PEBD	Lupolen Neste LD Stamylan LD	BASF NESTE DSM
PA 6	Grilon Durethan B Ultramid B Zytel	EMS BAYER BASF DUPONT
PA 66	Grilon T Durethan A Ultramid A Zytel Technyl B	EMS BAYER BASF DUPONT NILTEC
PPO	Noryl Luranyl	GE BASF
SAN	Luran	BASF
PS	Polystyrol Edistir Lacqrene	BASF ENIMONT ATOCHEN

### 3.7. Condições Típicas de Moldação

As condições típicas de moldação para cada matéria-prima são geralmente são geralmente fornecidas na forma de quadros de consulta pelos fabricantes de injectores. Como se pode verificar na Tabela 4, estes quadros são muito completos, pois abrangem dados que

vão desde as temperaturas indicadas para proceder à estufagem do material (para eliminação da humidade) até ao material entrar no molde através do Bico. Como se pode ver na Tabela 4, segundo o material a ser utilizado, os diferentes componentes da injectora devem ser colocados a temperaturas específicas.

**Tabela 4** – Condições típicas sobre moldação por injeção.

MATERIAL	TEMPERATURA CILINDRO						TEMPERAT URA MOLDE (°C)	PRESSAO DE INJEÇÃO (bar)	SEGUNDA PRESSÃO (%inj.)	FORÇA DE FECHO (ton/cm <sup>2</sup> )	ESTUFAGEM	
	BICO (°C)	ZONA 3 (°C)	ZONA 2 (°C)	ZONA 1 (°C)	TREMONHA (°C)	TEMPERAT URA DE MANUTENÇ ÃO (°C)					TEMPO (h)	TEMPERATURA (°C)
PEBD	210-260	200-280	160-230	120-200	30-50	220	20-60	800-1400	30%-60%	0,15-0,31	1 *	80 *
PEAD	200-240	210-260	200-245	180-220	30-50	220	20-60	800-1400	30%-60%	0,23-0,39	1 *	80 *
PP	220-270	220-270	200-240	190-230	30-50	220	30-80	800-1400	30%-60%	0,15-0,39	1 *	80 *
PS	220-280	220-280	210-260	180-240	30-50	220	20-50	800-1400	30%-60%	0,40-0,50	1 *	90 *
ABS	210-260	210-260	180-240	180-230	40-60	200	60-90	1100-1500	30%-60%	0,31-0,62	2-4	80-85
SAN	210-280	210-280	180-230	150-180	30-50	200	40-80	1100-1500	30%-60%	0,39-0,47	3-4	70-75
PMMA	180-275	180-275	170-230	150-210	60-80	170	60-90	1000-1700	40%-60%	0,31-0,62	2-4	80
POM	170-210	180-210	170-200	165-170	40-50	150	40-120	1000-1500	60%-70%	0,62-0,77	2-3	110
PC	280-310	285-315	285-315	275-300	70-90	200	80-120	1300-1800	40%-60%	0,47-0,77	2-4	120
PA6	230-280	230-270	230-260	220-240	60-90	220	60-90	1000-1600	50%-60%	0,62-0,77	3-4	80
PA66	260-280	265-285	270-285	275-280	60-90	250	60-100	1000-1600	50%-60%	0,62-0,77	3-4	80
PPO	240-275	250-290	220-260	210-250	40-60	200	60-110	1000-1400	40%-60%	0,31-0,47	2-3	100
ABS/PC	250-270	250-270	250-260	230-250	50-70	200	70-90	800-1500	40%-60%	0,31-0,66	3-4	80
PBT	250-260	250-260	240-260	230-260	50-70	210	60-80	1000-1400	50%-60%	0,47-0,68	3-4	120
PET	250-290	270-300	250-290	240-260	50-70	220	120-140	1200-1600	50%-70%	0,62-0,92	3-4	140

\* apenas se o lote se apresentar com bastante humidade

Note-se que estes valores são orientativos, servindo apenas para uma primeira abordagem podendo ser necessário envolver o fabricante da matéria-prima para se obter um valor mais exacto para a matéria-prima em questão.

## 4. INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

### 4.1. Introdução

A máquina usada no processo de injeção é designada por injectora. Actualmente as injectoras são máquinas bastante sofisticadas, todas elas controladas por computador. Seguidamente, descreve-se o tipo de injectoras existentes e a sua constituição (Catálogo Expo-salão, 2008).

### 4.2. A Injectora

#### 4.2.1. Constituição da Injectora

A injectora é constituída por três sistemas ou unidades: o sistema de fecho, o sistema de plasticização ou injeção e o sistema de potência.

#### 4.2.2. Sistema de Fecho

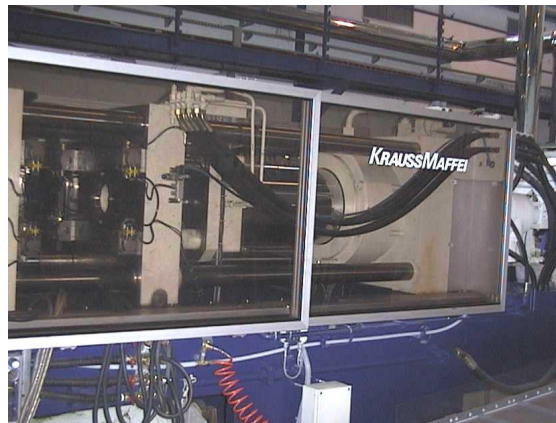
O sistema de fecho é constituído pelos pratos da injectora, pelas colunas (quando existem) pelo sistema de extracção e pelo sistema de fecho e abertura dos pratos.

Existem dois pratos numa injectora, o prato fixo e o prato móvel. O prato fixo como o próprio nome indica está fixo e é o prato que fica junto à unidade de injeção e onde é fixada a metade fixa do molde. O prato móvel, novamente como o nome indica, é o prato que se move na injectora. É paralelo ao fixo e tem geralmente montado o sistema de extracção da injectora. Nele é fixa a outra metade do molde, a metade móvel. Este prato move-se sobre quatro colunas fixas entre o prato fixo e outro bloco de aço que se encontra no outro extremo do sistema de fecho. Actualmente já existem injectoras sem colunas e sem o terceiro prato ver Figuras 1.

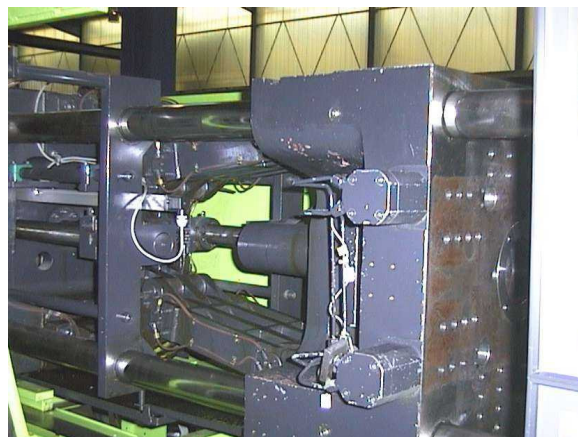


**Figura 1** – Injectora com sistema de fecho nas colunas (à esquerda) e sem colunas (à direita).

Também ligado ao prato se encontra o sistema de fecho que é responsável por abrir e fechar o prato móvel e por manter a pressão durante o processo de injeção. Existem principalmente dois sistemas de fecho, um mecânico (Figura 3) vulgarmente designado por joelheira e outro hidráulico (Figura 2). Existem ainda alguns sistemas que são uma mistura dos dois. Estes sistemas são usados ao critério de cada fabricante (alguns usam mesmo os dois tipos) defendendo cada um deles a vantagem do seu sistema em relação ao outro.



**Figura 2** – Sistema hidráulico.



**Figura 3** – Sistema mecânico (joelheira).

O sistema de fecho é caracterizado pela força que consegue exercer e é medida em toneladas. Dependendo da injectora esta força pode variar entre as 5 e 5000 toneladas. Claro está que o comprimento das duas injectoras não tem comparação bem como o tipo de moldes que são usados em cada uma delas.

O sistema de extracção pode ser simplesmente um pequeno cilindro onde é apertada a haste de extracção do molde ou nos casos mais complexos um prato com diversas furações onde podem ser montadas várias hastes de extracção.

### 4.2.3. Sistema de Plasticização

O sistema de plasticização é responsável pelo transporte da matéria-prima no estado sólido desde a tremonha até ao bico da injectora, fundindo a matéria-prima neste trajecto, e posteriormente pela sua injeção para dentro da cavidade do molde.

Este sistema é constituído por um cilindro revestido no exterior por um conjunto de resistências que contém no seu interior um fuso e montado na extremidade oposta ao bico um recipiente para a matéria-prima chamado tremonha. Ainda faz parte deste sistema o mecanismo que faz rodar o fuso e o faz avançar para a frente bem como o mecanismo que movimenta toda a unidade para a frente e para trás (Figura 4).

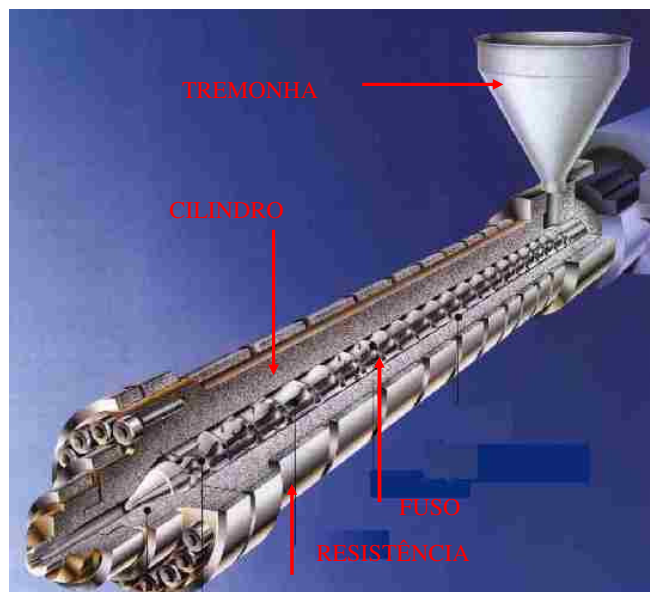


Figura 4 – Sistema de plasticização

Existem diversos tipos de fuso em função da matéria-prima que se está a injectar. No entanto não é muito viável estar a substituir constantemente o fuso em função do material a injectar. Assim existem fusos ditos universais que se usam com a maioria dos materiais termoplásticos (em alguns casos o fuso tem que ser mesmo específico como é o caso de fusos para PVC, borrachas ou silicones).

A unidade de plasticização varia de tamanho consoante o tamanho da injectora onde está montado sendo caracterizada pela quantidade de material que consegue injectar. Assim existem unidades que injectam apenas alguns gramas de material e outras que conseguem injectar várias dezenas de quilos. Os fabricantes geralmente colocam à escolha 2 ou 3 unidades para cada tipo de injectora. Em alguns casos unidades especiais podem ser montadas (geralmente unidades mais pequenas do que o tamanho standard). A escolha da unidade é importante devido ao facto de muitos defeitos de injeção poderem acontecer por esta ser demasiado grande para o produto a injectar (provoca degradação da matéria-prima) ou demasiado pequena (peças mal compactadas, instabilidade no processo). Outra característica que varia com a unidade de injeção é a pressão de injeção que a unidade

consegue exercer. Esta tem que ser superior à queda de pressão que existe dentro da cavidade do molde para assim se poder encher a peça na sua totalidade.

#### 4.2.4. Sistema de Potência

Este sistema é constituído na sua forma mais simples por um motor eléctrico que acciona uma bomba hidráulica a qual fornece a pressão necessária a todos os movimentos da injectora (Figura 5). Em injectoras de grande tonelagem podem existir vários sistemas de motores eléctricos e bombas hidráulicas. Existem também algumas injectoras que são totalmente eléctricas, não existindo nenhum movimento hidráulico, nesse caso os movimentos feitos através de motores eléctricos desde a abertura e fecho do molde até à injeção e dosagem da matéria-prima.

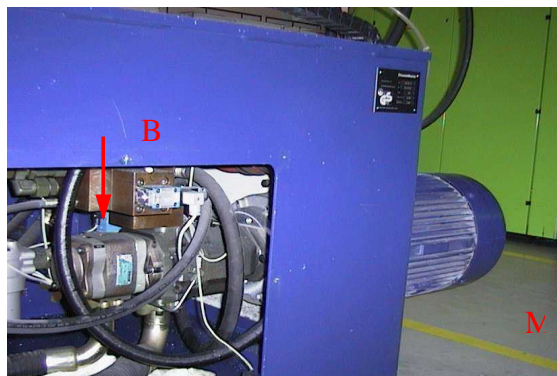


Figura 5 – Motor e bomba hidráulica

#### 4.2.5. Selecção da Injectora

As injectoras são escolhidas em primeiro lugar pela sua força de fecho. A força de fecho de uma injectora é medida em toneladas e representa a força que o sistema de fecho consegue suportar sem abrir os pratos da máquina. Esta deve ser escolhida de modo a suportar a pressão de injeção exercida sobre a zona moldante. A pressão de fecho necessária pode ser determinada calculando a pressão necessária para encher a cavidade do molde e depois multiplicar pela área projectada da peça. Por exemplo se tivermos uma pressão para encher a peça de 80 MPa (800 bar) e se a área projectada da peça for 0,0075 m<sup>2</sup> a força de fecho necessária é de 600 ton (80x10<sup>6</sup>x0,0075). A seguir há que verificar se as dimensões dos pratos da injectora são suficientemente grandes para o molde (existem casos em que a escolha da injectora é feita em função do tamanho dos pratos e não da tonelagem)

Outra variável a ter em conta é a capacidade de injeção e a pressão de injeção.

Com estas quatro variáveis será possível escolher qual o tamanho da injectora. Na realidade a escolha não é tão linear como isto pois regra geral a injectora deverá poder trabalhar com diversos moldes o que faz com que a escolha nem sempre seja tão fácil.

#### 4.2.6. Regras de Segurança

Como todas as máquinas também as injektoras podem, se não forem cumpridas todas as regras de segurança, provocar ferimentos graves e mesmo a morte do operador (já houve alguns casos de pessoas a ficarem esmagadas dentro dos moldes e muitas que ficaram sem dedos e mãos). Assim antes de mexer há que conhecer minimamente o equipamento que se está a operar, localizar os dispositivos de paragem de emergência e aprender as regras básicas de segurança (muitas delas são apenas bom senso). Actualmente as injektoras têm sistemas de segurança (em alguns casos duplos) que não permitem o seu uso se não estiverem operacionais. Mesmo assim e como nada é perfeito uma regra muito simples pode ser usada e que consistem em desligar o motor da injectora sempre que se tenha de fazer alguma operação dentro dos pratos da injectora. Como o sistema hidráulico não funciona sem o motor ligado não existe o risco da injectora fechar. Este assunto voltará a ser tratado posteriormente quando se referir o processo de injeção propriamente dito.

Regras mais específicas terão que ser tomadas de acordo com cada empresa no que diz respeito, por exemplo, ao uso de equipamento individual de segurança.

#### 4.2.7. Tipos de Injektoras

Existem vários tipos de injektoras das quais se podem indicar as seguintes:

- Injectora horizontal (injectora comum)
- Injectora vertical - usada quando são necessários introduzir insertos nas peças antes da injeção (Figura 6).



**Figura 6** – Injectora vertical

- Injectora de injeção múltipla – usada para injectar vários materiais ou materiais de diversas cores, estas podem ter 2,3 ou mesmo 4 unidades de injeção que podem estar dispostas em diferentes posições na injectora (Figura 7).



**Figura 7** – Injectora de 2 fusos

- Injectoras especiais – algumas injectoras são desenvolvidas apenas para um tipo específico de produto como por exemplo o caso de CD's ou pré-formas de garrafas (Figura 8).



**Figura 8** – Máquina Injectora para CDs (Adaptado de Feira ExpoBatalha, 2008)

#### **4.2.8. Funcionamento de uma Injectora**

Uma injectora pode funcionar quer em automático como em semi-automático. A diferença consiste apenas na ordem para fechar o molde. No primeiro caso é feito automaticamente a seguir ao recuo da extracção enquanto que no segundo é o operador que dá essa ordem. No que diz respeito à estabilidade do processo o ideal é que todas as injectoras funcionassem em automático pois só assim se garante um tempo de ciclo constante de ciclo para ciclo. No funcionamento semi-automático este tempo de ciclo está dependente do operador. O que acontece algumas vezes em casos como este é que o operador é substituído por um robô.

A sequência de funcionamento é a seguinte: a extracção recua, o molde fecha, a unidade de injeção avança até o bico encostar ao molde, injecta matéria-prima, aplica segunda pressão, arrefecimento, em paralelo com o arrefecimento dá-se a dosagem da matéria-prima, a

descompressão e a unidade de injeção recua, no fim do arrefecimento o molde abre, a extracção avança e a injectora está pronta para novo ciclo.

### 4.3. O molde

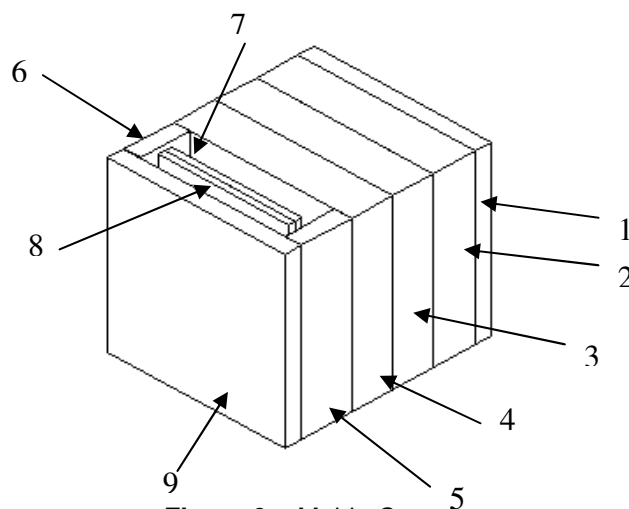
#### 4.3.1. Definição

O molde é a ferramenta usada para a moldação de peças plásticas pelo processo de injeção. É constituído por diversas placas de aço que no seu interior definem a cavidade com a forma da peça a injectar permitindo o seu arrefecimento e posterior extracção. Devido cada vez mais às inúmeras aplicações dos plásticos cada vez mais os moldes se tornam peças de elevada precisão com custos que podem ser superiores ao da própria injectora onde vão ser montados. Apesar de serem feitos em aço os moldes não resistem a tudo como se poderia pensar sendo necessária uma boa manutenção e uma correcta utilização para que o molde não se degrade (Denton, 2004).

#### 4.3.2. Constituição do Molde

Como já foi referido o molde é constituído por diferentes placas de aço das quais se destacam as principais:

- Chapa de aperto da injeção (1)
- Chapa das cavidades (2)
- Chapa das buchas (3)
- Chapa de reforço das buchas (4)
- Calços (5,6)
- Chapa dos extractores (7)
- Chapa de aperto dos extractores (8)
- Chapa de aperto da extracção (9)



**Figura 9 – Molde Completo**

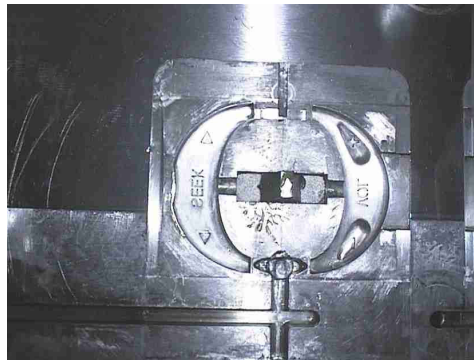
As placas 1 e 2 definem a parte fixa do molde que fica presa ao prato fixo da injectora, as restantes constituem a parte móvel que fica preso ao prato móvel da injectora. Na grande

maioria dos casos o sistema de extracção também ficam na parte móvel do molde. Nos outros casos o sistema de extracção fica na parte fixa da injectora sendo accionado normalmente por cilindros hidráulicos. O que define de que lado fica o sistema de extracção são os requisitos cosméticos e funcionais da peça a injectar.

### 4.3.3. Sistemas do Molde

#### 4.3.3.1. Cavidade

A cavidade é a parte fêmea da peça. De um modo geral a cavidade está colocada na parte fixa do molde. É nesta zona que é definido o acabamento que a peça vai ter quer seja polido, texturado ou várias misturas de ambos. Como esta é geralmente a área visível da peça qualquer dano pode ser critico porque a sua correcção pode significar fazer uma cavidade nova o que leva várias semanas a executar



**Figura 10** – Cavidade de um molde de uma cavidade de capacidade de injecção de 2 materiais.

#### 4.3.3.2. Bucha

A bucha é a parte macho da peça. Geralmente fica da parte móvel do molde em virtude de ser nesta zona que a peça fica presa quando o molde abre. É na bucha que são colocados os extractores para retirar a peça do molde. A bucha tem normalmente um acabamento polido para reduzir o atrito do plástico com o aço e facilitar a extracção caso contrário, alguns defeitos poderão surgir devido a este facto. Não sendo esta zona tão critica como a cavidade não significa que não deve ser dispensada a mesma atenção e cuidados que a outra.



**Figura 11** – A bucha é a parte macho da peça no molde.

#### 4.3.3.3. Sistema de Alimentação

O sistema de alimentação é o canal que transporta a matéria-prima fundida do bico da injectora até á cavidade do molde. Dele depende que o enchimento da peça seja feito de uma maneira uniforme.

O sistema de alimentação pode ser apenas para uma peça ou para várias no caso do molde ter mais que uma cavidade. No segundo caso deve ser balanceado, ou seja, todas as cavidades devem ter um enchimento igual.

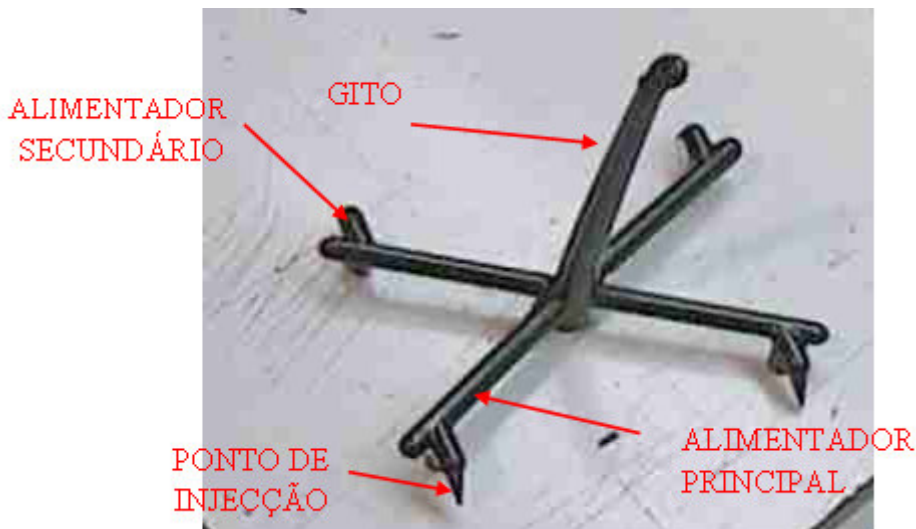


Figura 12 – Sistema de alimentação molde 4 cavidades

O local onde o sistema de alimentação “toca” na peça é designado por ponto de injeção. Existem vários tipos de pontos de injeção dos quais destacam-se os seguintes:

- Injecção directa – o gito está feito directamente na peça, necessita de ser cortado posteriormente deixando uma marca muito visível
- Injecção submarina – o ponto de injeção é feito lateralmente através de um pequeno canal em ângulo que é cortado quando o molde abre ou durante a extracção deixando uma pequena marca
- Injecção à face ou à junta – o ponto de injeção é feito na face da peça na linha de junta do molde, dependendo do seu tamanho pode ser cortado automaticamente ou necessitar de operação de corte, em geral deixa um pequeno vestígio.
- Injecção em lâmina – é uma variante da injeção à face apresentando um tamanho relativamente grande e fino, necessita de ser cortado posteriormente.
- Bico de alfinete – o ponto de injeção é feito directamente no topo da peça por um canal muito fino que é cortado quando o molde abre deixando um pequeno vestígio.
- Injecção em túnel – o ponto de injeção é colocado por baixo da peça através de um túnel sendo cortado quando a peça é extraída deixando uma pequena marca, é usado com materiais flexíveis.

#### 4.3.3.4. Sistema de Arrefecimento

O sistema de arrefecimento é constituído por um conjunto de canais que são maquinados nas chapas do molde. A disposição destes canais é bastante importante pois o tempo de ciclo depende muito do arrefecimento que o molde tem. Este deve promover um arrefecimento sem grandes variações de temperatura ao longo da peça pois caso contrário podem surgir empenos devidos às tensões provocadas na peça injectada. A temperatura de refrigeração do molde depende da matéria-prima a moldar podendo ir desde os 20°C até aos 150°C. Deste modo o líquido refrigerante pode ser água ou óleo dependendo das temperaturas usadas.

As entradas do sistema de arrefecimento fazem-se na parte lateral do molde com mangueiras, dependendo o tipo da temperatura do molde.

#### 4.3.3.5. Sistema de Extracção

O sistema de extracção permite extrair a peça injectada do interior do molde. Normalmente o sistema de extracção é composto por vários extractores com diferentes formas e tamanhos de modo a melhor adaptar-se à forma da peça. Em outros casos os extractores são substituídos por um aro ou prato extractor ou ainda ajudados com válvulas de ar.

Dependendo do tipo de peça a extracção pode ter um só movimento (extracção simples) em que a chapa de extracção avança e recua normalmente, em casos mais complexos a extracção pode ser dupla. Isto quer dizer que todo o sistema de extracção avança até determinado ponto e a partir daí apenas parte dela continua até retirar a peça para fora do molde. Nestes casos existem dois conjuntos de chapas de extracção.

A localização e número de extractores assumem grande importância pois só assim se consegue que a pressão exercida por eles na peça não a danifique.



**Figura 13** – Sistema de extracção molde 4 cavidades.

#### 4.3.3.6. Aço Usados na Construção do Molde

O aço a utilizar para um molde depende de vários factores entre os quais:

- Vida útil prevista
- Matéria-prima a usar
- Carga usadas na matéria-prima

- Desenho da peça a injectar
- Acabamento superficial da peça a injectar

Dependendo destes factores o aço a usar pode ser um aço pré-tratado que tem uma dureza relativamente baixa e que pode ser usado para moldes com um número de ciclos relativamente pequeno e para matérias-primas sem cargas (fibra de vidro por exemplo). No caso de moldes com um número elevado de ciclos ou com matéria-prima com cargas o aço a usar deverá ser temperado. No caso em que a matéria-prima seja corrosiva (POM por exemplo) o aço a usar deverá ser inox.

## 4.4. O processo de injeção

### 4.4.1. Definição

De uma forma muito simplista, o processo de injeção consiste em aquecer o material plástico até estar “mole” e depois “empurrá-lo” para dentro de uma cavidade existente num molde para arrefecer (Lati, 2005).

De facto, o processo de injeção começou por ser algo parecido com isto. Actualmente, as operações acontecem de uma forma bastante mais complexa do que possa parecer à primeira vista, uma vez que todo o processo de injeção é totalmente controlado, desde o equipamento usado (injectora e molde) até à matéria-prima e ao próprio operador, de modo a obter-se um produto com a qualidade exigida pelo cliente, ao mais baixo custo possível.

Seguidamente, pretende-se abordar todos estes aspectos

### 4.4.2. O Ciclo de Moldação

O processo de injeção é um processo cíclico, ou seja, é um processo em que as diferentes operações que definem o ciclo de moldação se repetem continuamente. O ciclo de moldação é composto pelas seguintes operações:

- Fecho do molde (pode-se considerar que o processo tem início com esta operação), injeção, pressurização ou segunda pressão, arrefecimento, abertura do molde, extracção e tempo morto. O tempo que a injectora demora a executar estas operações chama-se tempo de ciclo. O ciclo de moldação encontra-se representado de uma maneira esquemática na Figura 15 (Lati, 2005).

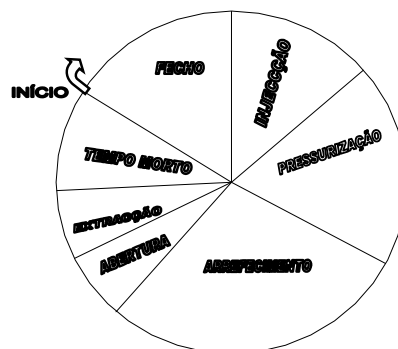


Figura 14 – Podemos verificar as etapas de um ciclo de injeção e seus pesos num ciclo.

#### **4.4.3. Fecho do Molde**

Como o próprio nome indica, nesta operação o molde é fechado. Nas máquinas actuais esta operação é executada segundo um perfil de velocidades e pressões, ou seja, o molde não fecha a uma velocidade constante. É também nesta fase que actua a protecção do molde. Aqui, pouco antes do molde estar completamente fechado, a máquina “detecta” se existe alguma coisa encravada no molde e que ao fechar o possa danificar. Esta detecção é feita através da medição da pressão necessária para fechar o molde durante um determinado curso e um determinado tempo. Se o limite de segurança for atingido a máquina pára.

#### **4.4.4. Injecção**

A injecção consiste na transferência do material fundido do cilindro da unidade de injecção para dentro da cavidade do molde e ocorre quando o bico da unidade de injecção encostar ao molde. Mais pormenorizadamente, o material fundido é injectado devido ao movimento do fuso da unidade de injecção que se desloca na direcção do molde com uma velocidade e uma pressão que podem ser constantes ou variáveis, consoante o que tiver sido programado na máquina. Atingido um determinado ponto no curso do deslocamento do fuso, ou atingido um determinado valor de pressão ou ainda determinado tempo, este movimento do fuso pára. A esta “paragem” chama-se comutação e deverá coincidir com o enchimento da cavidade do molde.

#### **4.4.5. Pressurização ou Pós-Pressão**

Para compensar o facto dos materiais plásticos diminuírem de volume quando arrefecem e evitar que o material possa voltar para dentro do cilindro da injectora é necessário manter a pressão durante um determinado tempo. Durante esta fase consegue-se introduzir mais material fundido para dentro do molde à custa de uma pressão aplicada no fuso após a comutação (pós-pressão, pressurização ou segunda pressão). Após a solidificação da parede mais fina (normalmente o ponto de injecção) esta pressão deixa de ser necessária pois o material fundido deixa de fluir e não se consegue compensar a diminuição de volume da peça.

#### **4.4.6. Arrefecimento**

Durante esta fase o material plástico volta ao estado sólido, mas desta vez com a forma existente na cavidade do molde. Durante este tempo o material plástico vai ganhando resistência de modo que possa ser retirado do molde sem se deformar. Ao mesmo tempo que decorre o arrefecimento e no fim da pós-pressão o fuso começa a rodar e transporta o material plástico da zona da tremonha para a frente do cilindro da injectora ao mesmo tempo que o vai fundindo. Conforme o material fundido se vai acumulando à frente do cilindro o fuso vai recuando sendo contrariado neste movimento por uma pressão (designada por contra pressão) que ajuda a operação de fusão do material plástico tornando-o mais homogéneo, ou seja, a manter todo o material à mesma temperatura e a libertar os gases formados durante esta operação. O ideal é

que esta operação seja executada enquanto decorre o arrefecimento da peça, caso contrário o tempo de ciclo será mais longo.

#### **4.4.7. Abertura do Molde**

Esta operação consiste em abrir o molde de modo a poder-se retirar a peça do seu interior. Durante esta fase podem ocorrer também a abertura de movimentos hidráulicos ou mecânicos que o molde possa ter.

#### **4.4.8. Extracção**

Com o auxílio dos extractores a peça é retirada do interior do molde juntamente com o sistema de alimentação, no acaso deste existir. Associados a esta operação podem estar movimentos executados por robôs para segurar a peça que é extraída. Eles são usados quando as peças não podem cair e em vez de a injectora trabalhar em semi-automático e o operador retirar a peça manualmente, o que poderia causar instabilidade no processo devido ao tempo de ciclo não ser constante. Com o uso do robô o tempo de ciclo permanece constante podendo ainda serem efectuadas outras operações como cortar o gito ou arrumar e embalar as peças.

#### **4.4.9. Tempo Morto**

Este é o tempo necessário para que a injectora esteja preparada a fechar o molde de novo. Pode ser quase nulo ou, pelo contrário, demorar alguns segundos se houver necessidade de efectuar algumas operações como sejam, por exemplo, retirar a peça manualmente, colocar insertos no interior do molde, colocar desmoldante ou muito simplesmente dar o sinal à injectora para esta fechar, se estiver a trabalhar em semi-automático.

#### **4.4.10. Tempo de Ciclo**

Todas as operações anteriormente descritas demoram um determinado tempo para serem executadas. O somatório deste tempo define o tempo de ciclo. O tempo de ciclo está directamente relacionado com a geometria da peça, principalmente com a espessura, e com o tipo de material pois o tempo de arrefecimento depende bastante destes factores. Normalmente maiores espessuras implicam maior tempo de arrefecimento e como este é o que mais contribui para o tempo de ciclo, ter-se-á consequentemente ciclos mais longos.

Idealmente o tempo de ciclo deve ser o mais rápido possível, mas existem algumas limitações, nomeadamente, a nível dos limites mecânicos das injectoras. Existem, por exemplo, limites para as velocidades de abertura e fecho dos moldes (as velocidades máximas não podem ser alteradas). Os próprios moldes podem implicar o uso de velocidades lentas devido à sua complexidade, o que por sua vez está relacionado com o desenho da peça. Outros factores que podem afectar o tempo de ciclo podem ser o material usado, a forma como o sistema de arrefecimento está distribuído no molde e as próprias características da peça, tal como o facto da

peça apresentar características cosméticas ou grande rigor dimensional. Todos estes pressupostos partem do princípio que a injectora está a funcionar em automático. Se estiver a trabalhar em semi-automático existe ainda um factor que influencia o tempo de ciclo: o operador. Este é o único com a capacidade de aprender e reagir.

#### **4.4.11. Normas de Segurança**

Como em qualquer trabalho, as regras de segurança mais elementares deverão ser seguidas sob pena de acidentes poderem ocorrer com graves consequências físicas, em alguns casos mortais.

Actualmente as injectoras vêm equipadas com sistemas de segurança de modo a cumprir normas sobre segurança impostas por diversos países com leis bastante rigorosas sobre este tema. No entanto, é sempre possível tentar enganar a máquina e passar por cima dos sistemas de segurança. Alguns fabricantes já têm sistemas que tornam quase impossível para a maioria das pessoas enganar a máquina, mas existem outros que ainda não implementaram sistemas deste tipo. Existem contudo algumas operações que apenas dependem da pessoa que a está a executar e só com a sua colaboração é possível evitar acidentes. Deste modo convém seguir as seguintes regras:

- Não mexer se não souber como se faz. Ninguém nasce ensinado e por isso não há que ter receio nem vergonha em perguntar a alguém que saiba fazer;
- Usar equipamento de segurança sempre que seja obrigatório o seu uso. Mesmo que não seja obrigatório e este esteja disponível, deve-se usá-lo;
- Manter sempre o posto de trabalho em perfeitas condições de limpeza e arrumação, pois assim ajuda a que o trabalho decorra com normalidade;
- Ao movimentar moldes na ponte rolante faça-lo com baixa velocidade tendo sempre o cuidado de segurar o molde, transportá-lo a uma altura baixa, ter cuidado com os objectos e pessoas que se encontram no trajecto do molde, nunca passar com o molde por cima de pessoas ou injectoras;
- Nunca efectuar operações dentro dos pratos da injectora sem que o motor esteja desligado e as portas abertas, se não o fizer a injectora pode fechar (alguma falha mecânica ou eléctrica ou alguém inadvertidamente pode accionar o fecho do molde) e ficar esmagado no interior do molde (convém lembrar que algumas injectoras têm dezenas de toneladas de força de fecho e facilmente esmagam uma pessoa);
- Não fechar o molde nem activar a extracção com a porta de protecção aberta. Algumas injectoras permitem extrair a peça com a porta aberta, mas isto pode originar ferimentos se as mãos estiverem perto dos extractores ou das chapas de extracção;
- Ao fazer descargas do material deve ter-se a protecção do bico fechada pois o material fundido pode provocar queimaduras. Idealmente dever-se-ia usar óculos de protecção e luvas;

- Quando o molde trabalha com o líquido de refrigeração quente (óleo ou água) é necessário ter cuidado com a manipulação das mangueiras e com a própria superfície do molde para evitar queimaduras;
- Quando se usar ar comprimido ter cuidado em não apontar o jacto de ar na direcção das pessoas e de preferência usar protectores para os ouvidos pois o barulho provocado pelo ar pode causar lesões;
- Em ambientes ruidosos usar protectores auriculares;
- Ter cuidado com os gases libertados durante as descargas de material;
- Ao desentupir bicos de canais quentes usar luvas pois o material pode estar sob pressão e saltar provocando queimaduras nas mãos e braços.

#### **4.4.12. Arranque de Produção**

Antes de fazer qualquer operação é necessário que haja plena consciência das operações que vão ser executadas. Assim sendo é conveniente que a pessoa que as vai executar coloque as seguintes questões:

- “Sei fazer?” – como ninguém nasce ensinado esta é provavelmente a pergunta mais sensata que se pode fazer em qualquer situação. Pode existir situações em que o “se não sei, invento” é a melhor maneira de aprender. Não é este o caso, geralmente as “invenções” originam acidentes com graves consequências para todos. Os acidentes nem sempre têm como consequência lesões físicas nos operadores que manipulam os moldes, mas sim graves avarias nos próprios moldes ou injectoras, algumas delas irreparáveis;
- “Tenho todas as ferramentas que necessito?” – muitas vezes as operações levam muito tempo a serem executadas por não serem planeadas. Se, por exemplo, for necessário ter que parar o trabalho para ir buscar uma chave, um parafuso, uma mangueira ou simplesmente um olhal para se poder levantar o molde faz com que muito tempo seja despendido para fazer essa operação que poderia estar a ser utilizado para produzir. Por isso há que verificar se existe tudo que é necessário para o trabalho que se vai realizar antes de o iniciar.

#### **4.4.13. Montagem do Molde**

Antes de iniciar qualquer produção é necessário fixar o molde à injectora. Apesar de ser uma operação relativamente simples acarreta alguns perigos se não for executada com cuidado. De seguida descreve-se a sequência de operações a executar:

- Passar a injectora para o modo de ajuste, abrir completamente os pratos da injectora e recuar completamente o sistema de extracção (ter em atenção que a injectora só faz os movimentos se as portas estiverem fechadas);

- Se o molde estiver equipado com sistema de aperto rápido, abrir os pernos de fixação na injectora;
- Se a haste de extracção não estiver montada é necessário montá-la;
- Elevar o molde com a ponte rolante e colocá-lo entre os pratos da injectora (é necessário ter cuidado com a movimentação do molde com a ponte rolante porque facilmente se perde o controlo do movimento e alguém pode ficar ferido ou algum equipamento danificado);
- Verificar se o molde está com o lado de injeção voltado para a unidade de injeção e lentamente deixar descair o molde de modo que o anel de centragem fique alinhado com o furo de centragem do prato da máquina. No caso de o molde ter pinos para aperto rápido estes devem ser alinhados com os furos no prato. Manualmente, empurrar o molde de modo a que este fique encaixado no furo de centragem e nos furos de aperto se os tiver;
- Se o molde não tiver sistema de aperto rápido apertar o lado da injeção do molde ao prato com o auxílio de grampos, calços e parafusos. Se o molde tiver sistema de aperto rápido fechar a porta e fechar os pernos de fixação do prato fixo;
- Fechar o prato da injectora tendo cuidado com a haste de extracção. Depois de o prato estar encostado ao molde fechar os pernos de fixação do prato móvel, se o molde tiver sistema de aperto rápido. Se o molde não tiver sistema de aperto rápido é necessário apertar o molde como foi feito do lado da injeção;
- Depois de o molde estar apertado pode ser retirada a ponte rolante, a barra de transporte do molde e a barra de segurança;
- Ajustar o ponto zero para a posição do molde;
- Ligar todos os fins de cursos e ligar as mangueiras hidráulicas aos movimentos hidráulicos no caso de existirem. O facto de fazer estas ligações permite que a própria injectora controle, por exemplo, a posição do movimento hidráulico impedindo que se possa danificar o molde;
- Ajustar os parâmetros da injectora. Isto pode ser feito manualmente com a ajuda do impresso com os parâmetros ou através de uma disquete com os parâmetros previamente gravados (a injectora deve continuar em modo de ajuste);
- Abrir o molde. Antes de executar esta operação convém confirmar que os movimentos hidráulicos estão nas suas posições correctas;
- Ligar o sistema de extracção da injectora à haste de extracção do molde. Afinar a posição de recuo e a posição de avanço. Verificar o funcionamento da extracção (para fazer esta operação o modo de funcionamento da injectora tem que ser passado para manual);
- Verificar se as guias principais e as da extracção têm massa de lubrificação e se os extractores estão lubrificados. Se tal não acontecer pedir que seja feita a sua lubrificação;
- Ligar as mangueiras de arrefecimento de acordo com o esquema no impresso com os parâmetros;

- Ligar os circuitos de água para verificar se não existe fugas (nesta operação é necessário ter cuidado pois algumas vezes a água encontra-se a temperatura elevada que pode provocar queimaduras). Se o molde for trabalhar frio, o circuito deve ser interrompido e o molde fechado. Se pelo contrário o molde for trabalhar quente, o circuito deve manter-se ligado e o molde fechado para a temperatura estabilizar;
- Verificar o funcionamento de abertura e fecho do molde;
- Se o molde tiver um sistema de canais quentes é necessário ligá-lo a um controlador de temperatura e verificar se não existem problemas com as resistências ou as sondas. Existem controladores externos e outro que já fazem parte das próprias injectoras. O sistema deve ser ajustado para a temperatura de manutenção do material.

#### **4.4.14. Mudança de Matéria-prima**

Normalmente quando se substitui o molde na injectora a matéria-prima também é alterada. Os passos a seguir para a mudança são os seguintes:

- Fechar o acesso da tremonha ao cilindro da injectora;
- Fazer recuar a unidade de injeção;
- Retirar a matéria prima da tremonha;
- Fazer a descarga do material existente no cilindro. Esta operação deve ser executada com cuidado pois a matéria-prima pode provocar queimaduras devido à temperatura a que é expulsa do cilindro, por isso, é conveniente baixar a pressão e a velocidade de injeção;
- Deixar o fuso um pouco recuado e aumentar a contra-pressão;
- Usar polipropileno ou outro material de limpeza especificado para limpar a câmara do cilindro de injeção e activar a dosagem até o material começar a sair limpo;
- Verificar as temperaturas do cilindro da injectora. Se não estiverem de acordo com o que está estipulado no impresso de afinação para a matéria-prima a ser utilizada colocá-las nesses valores;
- Limpar a tremonha e o sistema de alimentação automática dos vestígios dos materiais anteriormente usados;
- Depois de as temperaturas terem estabilizado, colocar a nova matéria-prima e fazer novamente descargas até o novo material começar a sair sem vestígios do material de passagem;
- Se o início da produção não for feito num espaço de tempo relativamente curto a temperatura da injectora deve ser colocada na temperatura de manutenção de acordo com o tipo de material. A esta temperatura a degradação do material é muito lenta o que não acontece à temperatura normalmente usadas para o processamento do material.

#### 4.4.15. Arranque da Produção

Também aqui existem algumas normas que devem ser seguidas das quais se destacam as seguintes:

- Abrir o molde e verificar se não existe nenhuma anomalia na sua superfície;
- Verificar se as temperaturas do cilindro já estão estabilizadas. Se estiver com a temperatura de manutenção activada, desligá-la;
- Verificar a temperatura do molde e confirmar se é a pretendida (no caso do molde trabalhar aquecido). Se não estiver, e se já tiver decorrido tempo suficiente para o molde estar quente, averiguar qual a possível causa e corrigi-la;
- Verificar se os parâmetros de afinação da injectora são os especificados para o conjunto molde/injectora. Se não estiverem correctos corrigi-los;
- Se o molde possuir canais quentes, afinar as temperaturas para os valores que estiverem indicadas no impresso de afinação;
- Ajustar novamente o ponto zero do molde (o molde quando aquece aumenta ligeiramente as dimensões);
- Limpar as faces do molde do óleo que possa existir;
- Confirmar que os controladores do sistema de canais quentes já atingiram as temperaturas programadas;
- Fazer descargas para retirar o material que esteve no cilindro;
- Baixar a pressão da 2ª pressão para zero;
- Colocar o ponto de comutação mais cedo;
- Se o molde estiver a trabalhar com água fria ligar o sistema de arrefecimento do lado da extracção;
- Colocar a injectora em modo de funcionamento semi-automático;
- Pôr a injectora a funcionar (a injectora apenas inicia o funcionamento se todos os sistemas de segurança estiverem actuados, como por exemplo, portas fechadas, temperaturas dentro de tolerância, fins de cursos actuados, etc.);
- Depois da injectora completar a dosagem passar o modo de funcionamento para manual e depois de atingido o tempo de arrefecimento abrir o molde e fazer a extracção manualmente;
- Verificar se todas as cavidades do molde foram “cheias” (na realidade elas vão estar incompletas mas a matéria prima deve entrar em todas elas). Se não for o caso verificar se os pontos de injeção ou os bicos dos canais quentes não estão tapados;
- Verificar se não ficou nenhum bocado de peça agarrado à bucha;
- Colocar novamente a injectora em modo semi-automático e ir aproximando o ponto de comutação para o valor indicado no impresso de afinação e repetir até a peça ficar completa;
- Colocar os valores de pressão da 2ª pressão de acordo com os valores indicados no impresso de afinação e verificar se não existe nenhum problema com o molde;

- Se o molde estiver a trabalhar com água fria ligar o sistema de arrefecimento do lado da injeção;
- Colocar a injectora em modo de funcionamento em automático (se for esse o modo de funcionamento indicado no impresso de afinação) e verificar o seu funcionamento. Comparar as peças com a peça de referência e acompanhar a injectora até esta estabilizar (cerca de 10 minutos). É natural que durante este tempo a injectora possa ter alguma instabilidade e possa existir algumas variações nas peças, daí que não se deva começar a alterar os parâmetros da injectora imediatamente para tentar “corrigir problemas”;
- O uso de desmoldante deve ser evitado no arranque dos moldes principalmente nas peças que depois vão ser pintadas.

#### **4.4.16. Acompanhamento da Produção**

Depois do molde estar a produzir é necessário que o molde seja acompanhado regularmente para verificar se tudo decorre como planeado. Claro que as responsabilidades de cada um dependem da sua função. As responsabilidades do operador serão bastante diferentes das responsabilidades do responsável pelo turno. No entanto nenhum deles é menos importante que o outro. Dentro das suas funções ambos são imprescindíveis para que a produção corra com normalidade e as peças tenham a qualidade exigida pelo cliente. Actualmente a rejeição já não é medida em termos percentuais (peças rejeitadas por cada 100 peças) mas sim em ppm (*parts per million* - peças rejeitadas por cada 1.000.000 de peças). A título de exemplo verifique-se a seguinte comparação, 1% - aparentemente parece um valor pequeno – corresponde a 10.000 ppm. Actualmente a grande maioria dos nossos clientes exigem valores de rejeição inferiores 150 ppm. Mas ainda existem outros que exigem valores ainda menores.

#### **4.4.17. Responsabilidades do Operador**

Entre as principais responsabilidades do operador, salientam-se as seguintes:

- Verificar as peças de acordo com o impresso de controlo;
- Efectuar as operações descritas nas instruções de trabalho;
- Registar os dados de rejeição;
- Embalar as peças de acordo com o impresso de arrumação;
- Alertar o responsável o mais rapidamente se algo de anormal acontecer com o produto, com o molde ou com a injectora;
- Parar a injectora se alguma coisa de grave acontecer (peça encravada, fuga de óleo ou água, algum componente metálico caído, etc.). A injectora pára se a porta for aberta, se se passar para modo de funcionamento manual ou simplesmente premindo o botão vermelho de emergência.

#### **4.4.18. Responsabilidades do Responsável do Turno**

Entre as principais responsabilidades do operador, salientam-se as seguintes:

- Verificar se o operador está a executar as suas funções como previsto;
- Reagir rapidamente a qualquer pedido de auxílio por parte deste;
- Corrigir problemas que possam surgir durante a produção;
- Coordenar possíveis paragens à produção de acordo com as prioridades recebidas;
- Coordenar a mudança do molde no fim da produção.

#### **4.4.19. Desmontagem do Molde**

No fim da produção o molde tem que ser retirado da injectora. O procedimento para desmontar o molde é quase o inverso de o montar. A seguir descrevem-se as principais operações:

- Retirar a última moldação e guardá-la;
- Abrir o molde;
- Desligar o sistema de arrefecimento do molde;
- Passar o funcionamento da injectora para modo de ajuste;
- Desligar o sistema de extracção da injectora ao molde;
- Recolher o sistema de extracção da injectora;
- Olear as faces do molde para não oxidarem (se o molde estiver quente usar óleo próprio);
- Retirar as mangueiras do sistema de arrefecimento do molde (atenção à temperatura da água);
- Soprar o sistema de arrefecimento do molde para retirar o líquido que possa existir dentro do molde;
- Verificar se o sistema de extracção do molde está recolhido;
- Fechar o molde (modo de funcionamento em ajuste);
- Desligar os fins de curso (se existirem);
- Desligar as mangueiras dos movimentos hidráulicos (se existirem);
- Colocar as barras de aperto e de transporte;
- Prender a ponte rolante no molde;
- Desapertar o molde do lado da extracção (tanto no sistema de aperto rápido quer no convencional);
- Abrir os pratos da injectora;
- Desapertar o molde do lado da injeção (é necessário ter cuidado pois o molde pode movimentar-se e danificar-se, danificar a injectora ou ferir alguém);
- Retirar o molde de dentro dos pratos da injectora e coloca-lo em cima do estrado se este estiver junto ao molde ou colocá-lo junto à manutenção se não houver outro molde para montar na injectora (mais uma vez é necessário ter cuidado com a movimentação do molde);

- Se a injectora não for trabalhar de seguida fazer a limpeza do cilindro e pôr o aquecimento na temperatura de manutenção;
- Solicitar a limpeza da tremonha;
- Colocar a última tiragem em cima do molde para posterior análise na manutenção.

#### **4.4.20. Arranque de um Molde Novo**

Todas as considerações que se fizeram anteriormente pressupõem que o conjunto molde/injectora já têm uma afinação definida. Porém existem alturas em que o molde tem que trabalhar pela primeira vez em determinada injectora, quer por questões de planeamento quer pelo facto do molde ser novo e ainda não ter produzido na fábrica. Normalmente o modo como o molde foi desenhado permite que possa trabalhar em injectoras do mesmo tipo (com a mesma tonelagem de força de fecho). Neste caso o impresso com os parâmetros pode ser válido para o arranque do molde. No entanto, não se deve partir imediatamente deste pressuposto, as injectoras podem parecer iguais mas terem uma unidade de injeção diferente (o diâmetro do fuso pode ser maior ou menor) o que faz com que os parâmetros já não sejam válidos, mas podem servir para fazer uma aproximação muito boa aos ajustes finais. Em cada máquina existe um gráfico que nos dá a relação entre a pressão hidráulica e a pressão específica em função do diâmetro do fuso. Desta forma pode-se calcular a pressão a usar na nova injectora.

Outro aspecto a ter em consideração neste caso é o curso de dosagem que também não pode ser igual. Neste caso convém começar com valores de dosagem mais baixos e ir aumentando progressivamente.

Os moldes completamente novos são, na maioria dos casos, testados pelo seu responsável, isto é, a pessoa que acompanhou a sua construção e que assistiu à primeira experiência do molde fora das instalações da fábrica. À partida o molde foi construído para uma injectora e por isso já está preparado para entrar na máquina sem problemas, mas nunca é de mais confirmar. Em baixo indica-se os passos a seguir:

- Se o molde tiver pinos de aperto rápido verificar se estão bem montados;
- Repetir os passos descritos anteriormente para a montagem do molde (ver ponto 3.5.1);
- No caso de ter movimentos hidráulicos garantir o modo de funcionamento e depois ligá-los de acordo com o previsto ligando, os fins de curso e ajustando os parâmetros da injectora para os movimentos hidráulicos;
- Depois do ponto zero ajustado fixar o curso de abertura do molde;
- Ajustar os cursos de aceleração e desaceleração da abertura. Se houver movimentos mecânicos o molde só deve acelerar depois das guias dos movimentos terem saído destes;
- Ajustar o curso de extracção e as pressões e velocidades de avanço e recuo. Convém referir que a pressão de avanço da extracção deve ser um pouco superior à pressão

mínima necessária para extrair a moldação. Também o curso deve ser apenas o suficiente para retirar a moldação e o sistema de injeção;

➤ Se houver movimentos hidráulicos e estes só actuarem após a abertura do molde deverão ser activados antes da extracção avançar;

➤ Ajustar os cursos de aceleração e desaceleração do fecho. Se houver movimentos mecânicos o molde deve desacelerar antes das guias dos movimentos entrarem nestes. É nesta altura que se afina os parâmetros relacionados com a protecção do molde. De uma maneira relativamente simples a protecção do molde deve actuar durante o maior curso possível durante o menor tempo possível e à menor pressão possível. Levando isto ao limite a protecção do molde deveria actuar durante o curso de abertura com pressão zero e durante zero segundos. Como isto não é possível, há que afinar estes parâmetros com bom senso tendo em consideração que a integridade do molde pode depender desta afinação;

➤ A temperatura do líquido de refrigeração deverá ser ajustada de acordo com o material a processar, com o desenho da peça, seu acabamento final e ainda com a disposição da própria peça no molde. Algumas vezes a temperatura é maior do lado da injeção de modo a garantir que a peça injectada fique do lado da extracção. Outras vezes é o contrário principalmente quando o molde tem canais quentes. Normalmente a temperatura do molde nunca corresponde à temperatura do aquecedor ou do refrigerador, por isso, esta deverá ser medida com um termómetro directamente na superfície do molde. Se a peça tiver características cosméticas a sonda do termómetro não deve tocar na superfície da cavidade do molde para não a danificar. As implicações no processo são as seguintes:

⇒ Temperaturas do molde elevadas:

- Menores contracções após moldação;
- Menores orientações, tensões internas e empenos;
- Necessário menos pressão de injeção;
- Maior cristalinidade;

⇒ Temperaturas do molde demasiado elevada:

- Tempo de arrefecimento mais elevado;
- Dimensões da peça mais pequenas;

⇒ Temperaturas do molde demasiado baixas:

- Superfície mate;
- Efeito “disco”;
- Linhas de fluxo e de fecho mais acentuadas;
- Aumento das tensões na peça.

Também as temperaturas do material deverão estar dentro dos limites indicados pelos fabricantes. De um modo geral as temperaturas são afinadas segundo um perfil ascendente da tremonha para o bico de injeção (a única excepção são as poliamidas). Dever-se-á começar pelas temperaturas mais baixas e se necessário ir subindo

gradualmente, sem no entanto se ultrapassar os limites recomendados para não degradar o material. Existe também outro factor que pode degradar o material que é o tempo de residência do material no cilindro. Este é o tempo que o material leva a percorrer todo o cilindro desde que entra junto à tremonha e sai pelo bico. Se o cilindro for grande e o peso da moldação relativamente pequeno o material pode demorar alguns minutos dentro do cilindro o que pode fazer com que degrade. Existem ainda outros factores que serão referidos posteriormente. A influência da temperatura na moldação e no processo é a seguinte:

⇒ Temperatura demasiado elevada:

- Degradação térmica;
- Diferença/alteração da cor;
- Maior contracção e desvio das medidas;
- Maior tempo de arrefecimento;
- Piores propriedades mecânicas;

⇒ Temperatura demasiado baixa:

- Fundido não homogéneo;
- Maiores tensões na peça;
- Maior pressão para injectar;
- Linhas de fluxo e de fecho mais acentuadas.

A velocidade de injeção determina o avanço do material fundido no interior do molde. Actualmente as injectoras permitem várias etapas e desta forma poder-se afinar a velocidade utilizando perfis, ou seja, pode-se usar velocidades constantes, crescentes, decrescentes ou uma mistura dos três. O mesmo acontece com a pressão de injeção, existem injectoras que permitem usar perfis para a pressão, outras permitem apenas um valor constante. Em qualquer dos casos deve-se começar por valores de pressão baixos e depois ir aumentando até a peça ficar quase cheia. Influência da velocidade no processo:

⇒ Velocidade de injeção demasiado alta:

- Aparecimento de rebarbas;
- Raiados junto ao ponto de injeção;
- Queimados no final do fluxo;
- Aumento da força de fecho;

⇒ Velocidade de injeção demasiado baixa:

- Efeito “disco”;
- Peças incompletas;
- Empeno;
- Linhas de fecho mais acentuadas.

O ponto de comutação representa o ponto de transição da pressão de injeção para pressão de pressurização. Este ponto pode ser efectuado por tempo, posição, pressão ou um misto de

posição e pressão. O mais usual é a comutação por posição. A comutação deverá ocorrer quando a peça está cerca de 95% cheia. Implicações no processo:

- ⇒ Comutação demasiado cedo:
  - Marcas de comutação;
  - Peças incompletas;
  - Dimensões mais pequenas;
  - Linhas de fecho demasiado visíveis;
- ⇒ Comutação demasiado tarde:
  - Peças compactadas em excesso;
  - Maior força de fecho;
  - Dimensões demasiado grandes;
  - Dificuldade de extracção;
  - Peças com mais tensões;

O tempo de pressurização é importante para compensar a redução de volume ocorrida durante o arrefecimento e só é efectivo enquanto o ponto de injeção não solidifica. Para determinar o tempo óptimo pesa-se a moldação à medida que se aumenta o tempo de pressurização a partir de certa altura deixa de haver variação no peso da moldação sendo esse o valor máximo. A influência no processo é a seguinte:

- ⇒ Tempo de pressurização demasiado elevado:
  - O tempo restante pode não ser suficiente para a dosagem;
  - Maior consumo de energia;
- ⇒ Tempo de pressurização demasiado baixo:
  - Zonas com chupados e com inclusões de ar;
  - Oscilações no peso da peça;
  - Medidas mais pequenas;
  - Refluxo do fundido para o cilindro da injectora;
  - Variações no comprimento da almofada;

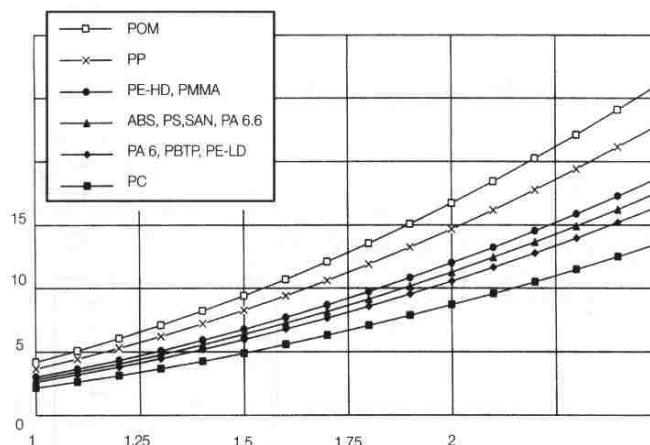
A pressão de pressurização é usada para compensar a redução de volume da peça. O valor da pressão deve ser entre 30% e 50% da pressão de injeção. As implicações no processo são as seguintes:

- ⇒ Pressão de pressurização demasiado elevada:
  - Formação de rebarbas;
  - Necessidade de maior força de fecho;
  - Peças com mais tensões;
  - Medidas maiores;
  - Dificuldades na extracção;
  - Peças com marcas dos extractores;
- ⇒ Pressão de pressurização demasiado baixa:
  - Zonas com chupados e com inclusões de ar;

- Oscilações no peso da peça;
- Medidas mais pequenas.

O tempo de arrefecimento serve para a peça arrefecer ganhando resistência mecânica e estabilidade dimensional para que possa ser extraída. Sendo este o grande responsável pelo tempo de ciclo total, dele pode depender a viabilidade económica da peça, ou seja, perder ou ganhar dinheiro. A Figura 15, a seguir indicada dá uma aproximação para o tempo de arrefecimento em função do tipo de material e espessura da peça. O seu cálculo pode ser obtido através de fórmulas que têm em conta as propriedades do material que são demasiado complexa para serem aqui explicadas. Segundo Pousada (1997) a sua implicação no processo são:

- ⇒ Tempo de arrefecimento demasiado elevado:
  - Aumento do tempo de ciclo;
  - Dificuldade na extracção da peça;
- ⇒ Tempo de arrefecimento demasiado baixo:
  - Empeno;
  - Marcas de extractores;
  - Maior contracção pós-moldação;



**Figura 15** – Representação gráfica do tempo de arrefecimento em função da espessura e da matéria-prima (1 a 2,5 mm) (Manual ARBURG, 2007)

A rotação do fuso é determinante para manter o material homogéneo durante a sua fusão. A velocidade de rotação deve ser tal que o fim da dosagem deve coincidir com o tempo de arrefecimento. As suas implicações no processo são as seguintes:

- ⇒ Rotação do fuso demasiado lenta:
  - Variações no tempo de ciclo;
- ⇒ Rotação do fuso demasiado rápida:
  - Deterioração térmica e mecânica do material
  - Grande diferença de temperaturas do material ao longo do trajecto no fuso;
  - Aumento do desgaste do fuso e da válvula não-retorno;

Outro factor determinante para a homogeneização do material é a contrapressão. As suas implicações no processo são as seguintes:

- ⇒ Contra pressão demasiado alta:
  - Deterioração do material por excesso de atrito;
  - Menor rendimento na plasticização o que faz aumentar o tempo de dosagem;
- ⇒ Contra pressão demasiado baixa:
  - Material não homogéneo;
  - Material não fundido;
  - Fundido “contaminado” com ar;

Depois dos parâmetros estarem encontrados e da injectora estar a trabalhar correctamente deve-se programar os limites de controlo para algumas variáveis do processo. As mais comuns são o tempo de injeção, o tempo de dosagem, o tempo total de ciclo e o curso da almofada. Os valores de dos limites deverão ser entre 10% e 15% do valor real do parâmetro. Estes limites permitem controlar o processo e evitar que possam ocorrer acidentes no molde e na injectora;

Depois do processo estabilizar devem-se retirar algumas tiragens completas para serem controladas dimensionalmente. Em função dos resultados obtidos o processo pode ter que ser ajustado para corrigir as dimensões. Paralelamente as peças devem ser verificadas em relação aos seus aspectos cosméticos e se necessário corrigir o processo verificando também quais as implicações dimensionais.

## **4.5. Identificação e resolução de problemas**

### **4.5.1. Introdução**

O processo de injeção está dependente de um conjunto de factores, como já foi descrito, e por isso está sujeito a uma série de imprevistos que na maior parte das vezes origina o aparecimento de alguns problemas, uns de fácil resolução outros mais complicados. . Neste capítulo pretende-se dar algumas sugestões para a possível resolução dos problemas. Assim, para cada problema será feita uma pequena descrição do mesmo e depois os passos a seguir para a sua resolução. Para ajudar na identificação serão inseridas algumas fotografias de peças com problemas.

Antes de começar a mexer em alguma coisa é necessário ter em atenção os seguintes pontos (Bayer, 2004):

- Em primeiro lugar, verificar se o problema de facto existe. Algumas vezes o problema aparece durante um curto período até o processo estabilizar (arranques de produção);
- Verificar primeiro se todos os parâmetros estão de acordo com o impresso de afinação;
- Verificar se o sistema de arrefecimento está bem ligado e se está a funcionar;
- Se tiver dificuldade em identificar ou corrigir o problema, pedir ajuda a outras pessoas que estejam preparadas a fazê-lo;

- Não mexer se não souber;
- Alterar apenas um parâmetro de cada vez;
- Registar os parâmetros alterados para se poder os valores anteriores;
- Deixar a injectora fazer alguns ciclos para se verificar o efeito da alteração do parâmetro. Se for relacionado com temperatura este só será efectivo depois do novo valor de temperatura estabilizar.

#### **4.5.2. Resolução de Problemas**

##### *4.5.2.1. Chupados Localizados*

Os chupados ocorrem durante o processo de arrefecimento se a contracção do material não poder ser compensada em determinadas áreas. Se as paredes exteriores da peça moldada não estão suficientemente estáveis, devido a condições de arrefecimento insuficiente, a parede exterior é “puxada” para o interior por tensões provocadas pelo arrefecimento. Existem três causas fundamentais:

- Solidificação muito lenta;
- Tempo de 2ª pressão pequeno;
- 2ª Pressão demasiado baixa

Para tornar a 2ª pressão mais efectiva o ponto de injeccção deverá ser colocado na zona mais espessa da peça. Da mesma forma o ponto de injeccção e os canais de alimentação devem ser dimensionados de modo a evitar uma solidificação prematura.



**Figura 16** – Imagem de um chupado localizado

#### **Causas Possíveis:**

1. Não compensação da contracção do volume durante a fase de arrefecimento.

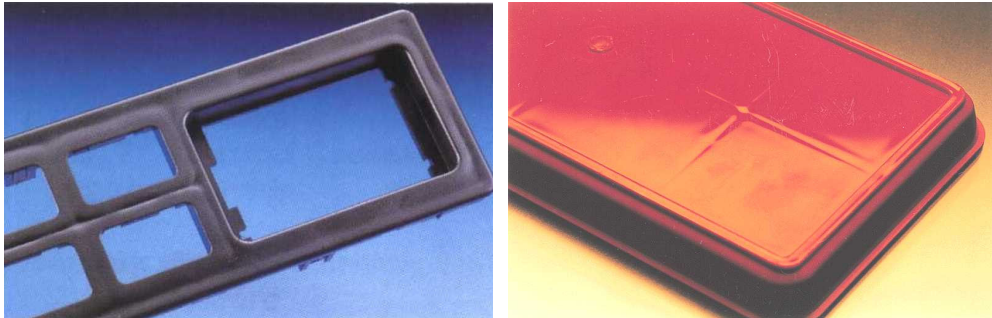
#### **Correcções possíveis:**

1. Ajustar a relação espessura da parede/espessura de *rib* em função do material
2. Aumentar 2ª pressão e o tempo de 2ª pressão
3. Aumentar diâmetro do bico e a secção do canal de injeccção

4. Reduzir a temperatura do fundido e do molde (pode criar vazios)
5. Verificar almofada
6. Dissimular ou ocultar o chupado se necessário

#### 4.5.2.2. Chupados Sobre Grandes Superfícies

Neste caso o chupado aparece sobre uma grande superfície da peça moldada.



**Figura 17** – Imagens de chupados em superfícies grandes.

#### **Causas Possíveis:**

1. Fibras de vidro perpendiculares à direcção do fluxo no fim do enchimento
2. Fibras de vidro perpendiculares à direcção do fluxo nas linhas de fecho
3. 2ª Pressão ineficiente

#### **Correcções possíveis:**

1. Alterar a frente do perfil de enchimento ou alterar a localização das linhas de fecho para zonas não críticas
2. Fazer a comutação para 2ª pressão mais tarde, aumentar a 2ª pressão e o tempo de 2ª pressão

#### 4.5.2.3. Raiados

Existem vários tipos de raiados, alguns dos quais difíceis de classificar, principalmente aqueles provocado por material degradado, humidade e ar, pois apresentam características muito semelhantes. A seguir indicam-se algumas informações que poderão ajudar a identificar qual o tipo de raiado.

Sinais que podem indicar raiados causados por degradação do material:

- Os raiados aparecem periodicamente
- Os raiados aparecem a seguir a secções estreitas (pontos de stress) ou quinas vivas no molde
- A temperatura do fundido está próxima do limite superior de processamento
- Reduzir a velocidade de avanço do fuso tem um impacto positivo no problema
- Reduzir a temperatura do fundido tem um impacto positivo no problema
- Tempos de residência na unidade de injeção muito longos

- Grandes percentagens de material reciclado
- Molde equipado com canais quentes
- Molde equipado com um bico de válvula

Sinais que podem indicar raiados causados por humidade:

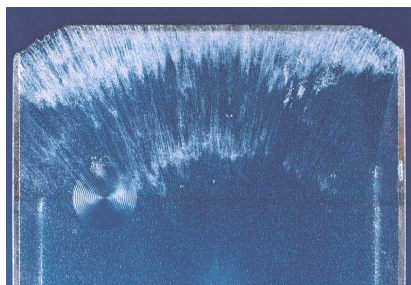
- O material tem tendência a absorver humidade (por ex. PA, ABS, PBT, PC, PMMA, SAN)
- Quando se faz descargas a baixa velocidade o fundido apresenta “borbulhas” ou fumega
- Em peças semi cheias a frente do fundido solidificado apresenta uma estrutura tipo crateras
- A percentagem de humidade do material antes de processar é muito elevada
- A percentagem de humidade no ambiente é elevada

Sinais que podem indicar raiados causados por ar:

- O efeito reduz com valores menores de descompressão
- O efeito reduz diminuindo a velocidade de avanço do fuso
- Borbulhas são visíveis no material injectado
- Em peças semi-cheias a frente do fundido solidificado apresenta uma estrutura tipo crateras

#### 4.5.2.4. Raiados de Humidade

Os raiados de humidade aparecem na superfície da peça moldada com um perfil em forma de U aberto na direcção do fluxo. A superfície à volta dos raiados é muitas vezes rugosa e porosa. Quando a humidade se encontra na superfície do molde aparecem grandes manchas na superfície da peça.



**Figura 18** – Imagem com raiados que possuem humidade no material.

#### **Causas possíveis:**

1. Humidade excessiva na matéria-prima.

#### **Correcções possíveis:**

1. Verificar processo de estufagem (temperatura, tempo e consumo horário).
2. Verificar filtros da estufa.
3. Verificar sentido de rotação do motor.

#### 4.5.2.5. Raiados por Degradação Térmica

Se o fundido for danificado termicamente, devido a temperaturas elevadas ou tempos de residência muito elevados, são criados por decomposição produtos gasosos que são visíveis na superfície como zonas descoloradas acastanhadas ou prateadas.



**Figura 19** – Raiados por degradação térmica do material.

#### **Causas possíveis:**

1. Temperatura do fundido muito elevada
2. Tempo de residência do fundido elevado
3. Velocidade do fuso muito elevada
4. Secção do bico e secção do canal de injeção muito pequenas
5. Produção interrompida sem redução das temperaturas

#### **Correcções Possíveis:**

1. Reduzir temperatura do fundido
2. Usar fusos com menor diâmetro
3. Reduzir velocidade do fuso
4. Aumentar diâmetros do bico e do canal de injeção
5. Ver notas sobre paragens de produção

#### 4.5.2.6. Raiados por Gases

Na maior parte das vezes os raiados por gases aparecem como raiados mate, prateados ou brancos e podem ser encontrados perto de *ribs* (cantos) e paredes com variações de espessura. Perto do ponto de injeção raiados lamelares também podem aparecer, podendo também aparecer perto de gravações ou depressões



**Figura 20** – Imagem de raiados provocados por gases no interior do molde.

#### **Causas possíveis:**

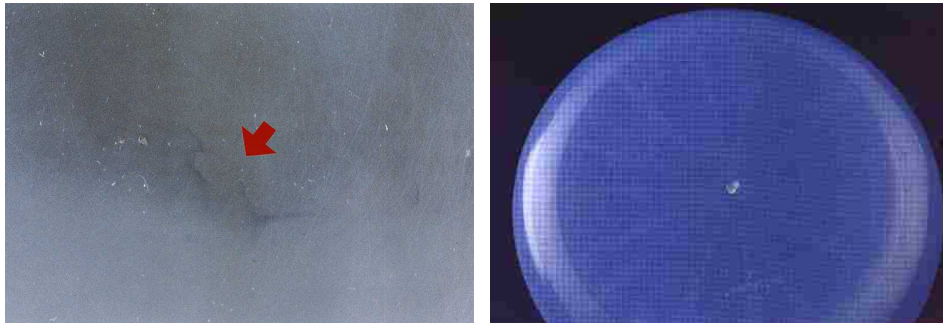
1. Admissão de ar
2. Curso de dosagem excede  $3D$  ( $D$  = diâmetro do fuso)

#### **Correções possíveis:**

1. Optimizar condições de plasticização
2. Aumentar contra-pressão (dentro de limites aceitáveis)
3. Reduzir descompressão do fuso
4. Posicionar o bico de injeção de modo a vedar contra o sistema de canais quentes
5. Usar uma unidade de plasticização maior para reduzir o curso de dosagem
6. Se não se poder alterar a plasticização, aumentar a temperatura na zona de alimentação, reduzir a velocidade do fuso, aumentar o tempo de ciclo

#### *4.5.2.7. Raiados de Cor*

Este tipo de raiados é criado por uma distribuição não uniforme dos componentes ou por diferente orientação do pigmento no fluxo. Degradação térmica e fortes deformações podem também causar mudanças de cor ou cor diferente.



**Figura 21** – Imagens de raiados provocados por uma má distribuição do pigmento.

#### **Causas possíveis:**

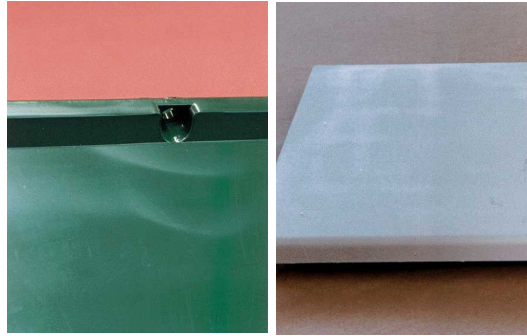
1. Má distribuição dos componentes.
2. Incompatibilidade dos componentes.

#### **Correções possíveis:**

1. Aumentar a contrapressão.
2. Aumentar a temperatura do fundido.
3. Usar dispositivos para promover a mistura.
4. Usar material já pigmentado.
5. Usar pigmentos que tenham a mesma resistência térmica que a matéria-prima.
6. Usar *master batch* com MFI semelhante ao da matéria-prima.

#### *4.5.2.8. Diferenças de Brilho*

Em relação ao brilho de uma peça dois defeitos podem ocorrer. Ou toda a peça tem brilho a mais ou a menos ou então existem diferenças de brilho na superfície da peça. Diferenças de brilho ocorrem com frequência por cima de zonas com diferenças de espessura ou então junto de linhas de fecho.



**Figura 22** – Imagens de diferenças de brilho nas peças.

**Causas possíveis:**

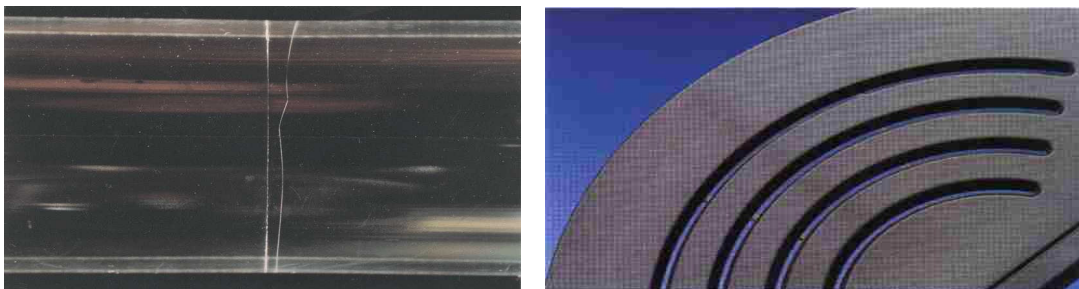
1. O molde não está bem polido ou está danificado.
2. Velocidade de injeção lenta (provavelmente devido a fracas fugas de gases).
3. Flutuações na temperatura do molde devido ao arrefecimento inadequado
4. 2ª Pressão não efectiva.
5. Matéria-Prima não estufada o suficiente.

**Correcções possíveis:**

1. Melhorar o polimento do molde ou corrigir o molde.
2. Aumentar velocidade de injeção, se necessário melhorando as fugas de gases.
3. Verificar a consistência da temperatura do molde.
4. Melhorar a efectivação da 2ª pressão aumentando-a, aumentando o tempo e se necessário o ponto de injeção.
5. Verificar o processo de estufagem.

*4.5.2.9. Linhas de Fecho Pronunciadas*

As linhas de fecho estão associadas a furos ou então a mais que um ponto de injeção. Na maior parte dos casos uma linha de fecho representa um ponto de fraqueza mecânico ou óptico pois podem surgir “entalhes” ou alterações de cor. Estas linhas podem ser mais visíveis em peças escuras ou transparentes com superfícies muito polidas ou ligeiramente baças. As alterações na cor são particularmente visíveis em peças com pigmentos metálicos.



**Figura 23** – Imagem que ilustra as linhas de fecho nas peças.

**Causas possíveis:**

1. O material não tem boas propriedades de fluxo.

2. Velocidade de injeção baixa.
3. Paredes muito finas.
4. Comprimento de fluxo muito comprido.
5. Ventilação do molde inadequada.

**Correcções possíveis:**

1. Melhorar o fluxo do material aumentando a temperatura do fundido e do molde.
2. Aumentar velocidade de injeção.
3. Aumentar a espessura das paredes.
4. Aumentar o número de pontos de injeção de modo a diminuir o comprimento de fluxo.
5. Melhorar escape de gases, especialmente no fim do fluxo e junto às linhas de fecho

*4.5.2.10. Efeito de Jacto – (Jetting)*

O *jetting* ou efeito de jacto aparece quando o material entra na cavidade do molde sem encontrar nenhum obstáculo à sua frente. Este defeito caracteriza-se por uma serpentina que aparece a partir do ponto de injeção.



**Figura 24** – Imagem que ilustra a presença de *jetting* nas peças.

**Causas possíveis:**

1. Ponto de injeção inadequado ou com uma secção muito estreita que provoca um fluxo laminar.
2. Posição do ponto de injeção sem nenhuma parede a fazer oposição.
3. Ponto de injeção e secção pequenos.
4. Velocidade de injeção elevada.

**Correcções possíveis:**

1. Redesenhar o ponto de injeção
2. Posicionar o ponto de injeção contra uma parede.
3. Aumentar a secção do ponto de injeção.
4. Injectar o material lentamente no início e depois aumentar a velocidade.

*4.5.2.11. Queimados*

Os queimados surgem quando o ar que vai à frente do fundido não consegue sair do molde provocando um aumento exagerado da temperatura que provoca a degradação térmica da matéria-prima. As causas estão geralmente associadas a falta de escape de gases ou escape de gases sujos. Outra razão pode ser o material avançar mais rapidamente em zonas mais espessas podendo dar a volta e fechar deixando espaços com ar rodeados por material impedindo que o ar possa sair.



**Figura 25** – Imagem de um queimado na peça plástica.

**Causas possíveis:**

1. Ar preso no molde.

**Correcções possíveis:**

1. Optimizar as fugas de gases em especial onde as frentes do fluxo se juntam, ribs e no fim do fluxo.
2. Corrigir a frente do fluxo ajustando as espessuras da peça, a localização dos pontos de injeção ou usando permutores de fluxo.
3. Verificar fugas de gases.
4. Reduzir a força de fecho da injectora.

*4.5.2.12. Efeito de Disco*

Este efeito é assim designado porque faz lembrar um disco com os seus anéis concêntricos. Estes anéis podem começar junto ao ponto de injeção ou então acompanhar a frente do fundido. Em qualquer dos casos este defeito está associado a um arrefecimento muito rápido.



**Figura 26** – Imagem de um efeito denominado de disco no material injectado.

**Causas possíveis:**

1. O fluxo do material avança por “impulsos”, devido ao arrefecimento excessivo da frente de fluxo.
2. Velocidade de injeção muito baixa.
3. Temperatura do fundido muito baixa.
4. Temperatura do molde muito baixa.
5. Paredes muito finas.

**Correcções possíveis:**

1. Tentar manter um fluxo constante e rápido no enchimento do molde.
2. Aumentar a velocidade de injeção.
3. Aumentar temperatura do fundido.
4. Aumentar a temperatura do molde.
5. Aumentar a espessura das paredes da peça.

*4.5.2.13. Marcas de Tensões*

As marcas de tensões ocorrem quando a peça sofre esforços que ultrapassam o limite de deformação. A deformação máxima depende do material, da estrutura molecular e das condições de processamento. As marcas de tensões podem aparecer imediatamente após a extracção ou então alguns dias, ou mesmo semanas, após a sua produção. Estes esforços não são provocados por forças externas aplicadas à peça, podem no entanto ser provocadas por contacto com algumas substâncias.



**Figura 27** – Imagem que ilustra as marcas de tensões no material injectado.

**Causas possíveis:**

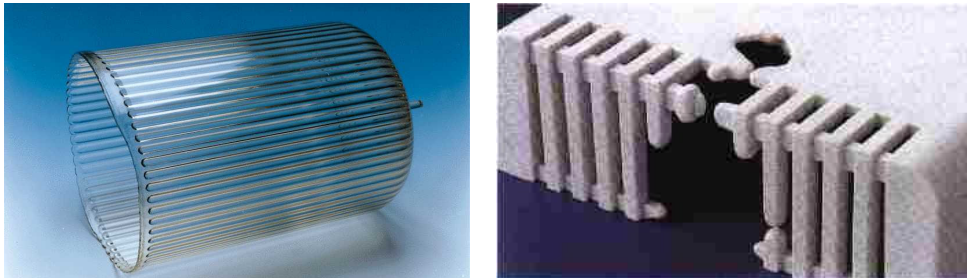
1. Deformação excessiva da matriz polimérica.
2. Deformação mecânica excessiva durante a extracção.
3. Extractores mal posicionados na peça.
4. Ângulo de saída reduzido.
5. Pressão de injeção muito elevada.
6. Molde pouco resistente.
7. Peça em serviço sujeita a tensões excessivas.

### **Correcções possíveis:**

1. Reduzir deformação mecânica durante a extracção (aumentando o número de extractores ou o seu diâmetro).
2. Posicionar os extractores perto de cantos e ribs.
3. Aumentar ângulo de saída.
4. Reduzir pressão de injeção.
5. Aumentar a rigidez do molde.
6. Adequar as tensões em serviço de acordo com o material.

#### *4.5.2.14. Peça incompleta*

A peça considera-se incompleta quando a cavidade do molde não é completamente cheia. Existem diversas razões para isto acontecer desde pressão de injeção insuficiente, válvula de não-retorno com funcionamento deficiente, fugas de gases tapadas, etc..



**Figura 28** – Imagem que ilustra as peças incompletas (ratado).

### **Causas possíveis:**

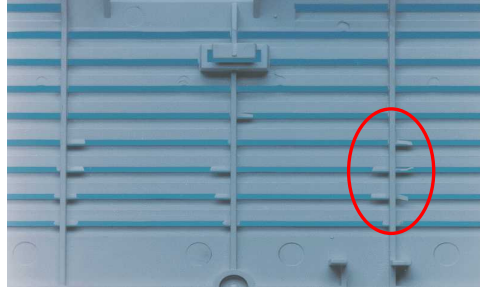
1. Parâmetros de processamento não otimizados.
2. Perda excessiva de pressão no sistema de alimentação.
3. Ponto de injeção e canais estrangulados.
4. Perda excessiva de pressão no sistema de canais quentes.
5. Perda excessiva de pressão na transição bico da injectora.
6. Paredes muito finas.

### **Correcções possíveis:**

1. Optimizar parâmetros de processamento.
2. Aumentar temperaturas do fundido e do molde.
3. Aumentar velocidade de injeção.
4. Comutar para 2ª pressão mais tarde.
5. Reduzir perda de pressão no sistema de alimentação.
6. Aumentar tamanho do ponto de injeção e diâmetro do canal de alimentação.
7. Verificar o diâmetro dos canais quentes.
8. Trabalhar com bicos de diâmetro relativamente grande.
9. Aumentar a espessura das paredes.

#### 4.5.2.15. Rebarbas

A rebarba é um excesso de material que pode aparecer em toda a peça ou apenas em zonas localizadas como, por exemplo, fugas de gás e extractores. Podem ser quase invisíveis ou ter alguns milímetros. Se as rebarbas persistirem por muito tempo acabam por danificar o molde.



**Figura 29** – Imagem que ilustra rebarbas na peça plástica.

#### **Causas possíveis:**

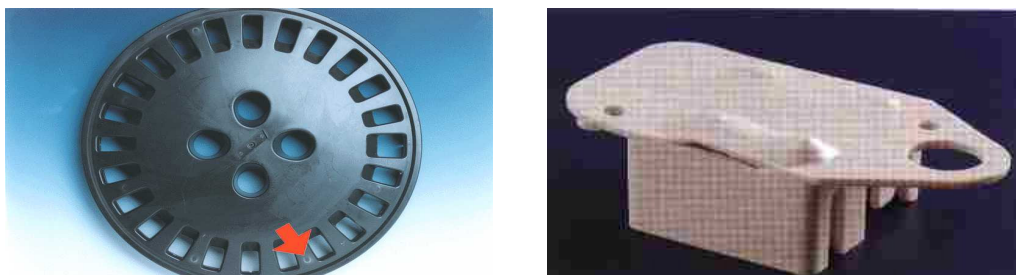
1. gap” entre as duas metades do molde demasiado grande.
2. Força de fecho pequena.
3. Molde pouco rígido (deforma com a pressão de injeção).
4. Vedação da linha de junta danificada.
5. Parâmetros de processamento não otimizados.

#### **Correcções possíveis:**

1. Aumentar a força de fecho.
2. Aumentar a rigidez do molde.
3. Refazer a vedação na linha de junta.
4. Optimizar os parâmetros de injeção.
5. Reduzir a velocidade de injeção ou a temperatura do fundido.
6. Fazer a comutação para a segunda pressão mais cedo ou reduzir o valor da segunda pressão.

#### 4.5.2.16. Marcas de Extractores

As marcas de extractores são depressões ou elevações no lado da extracção na superfície da peça. Estas variações na espessura podem provocar diferenças de brilho e depressões na superfície visível da peça. Os extractores podem também provocar deformações na superfície da peça e, em casos extremos, furá-la.



**Figura 30** – Imagens que mostram as marcas dos extractores na peça injectada.

### **Causas possíveis:**

1. Pressão na cavidade elevada.
2. Tempo de arrefecimento curto.
3. Temperatura do molde alta em algumas zonas (não uniforme).
4. Molde pouco rígido.
5. Deficiente projecto do molde.
6. Zonas com saída negativa muito pronunciados.
7. Pouca saída para desmoldação.
8. Molde com falta de polimento ou com texturas muito fundas.
9. Posicionamento dos extractores ineficiente.
10. Área dos extractores pequena.

### **Correcções possíveis:**

1. Optimizar a velocidade de injeção.
2. Reduzir a segunda pressão.
3. Comutar para segunda pressão mais cedo.
4. Optimizar o arrefecimento / controlo da temperatura do molde.
5. Aumentar a rigidez do molde.
6. Optimizar o projecto do molde.
7. Reduzir o tamanho das zonas com saída negativa e optimizar os ângulos de saída.
8. Polir a superfície na direcção da desmoldação ou arranjar uma textura que seja adequada ao desenho da peça.
9. Optimizar a posição e tamanho dos extractores (junto de cantos, *ribs*, bossas).

#### *4.5.2.17. Deformação da Peça Durante a Extracção*

Este tipo de defeito acontece quando a peça tem tendência a ficar presa do lado da injeção.



**Figura 31** – Imagens que ilustram a deformação da peça durante a extracção da mesma.

### **Causas possíveis:**

1. Pressão na cavidade elevada.
2. Tempo de arrefecimento curto.
3. Temperatura do molde alta em algumas zonas (não uniforme).

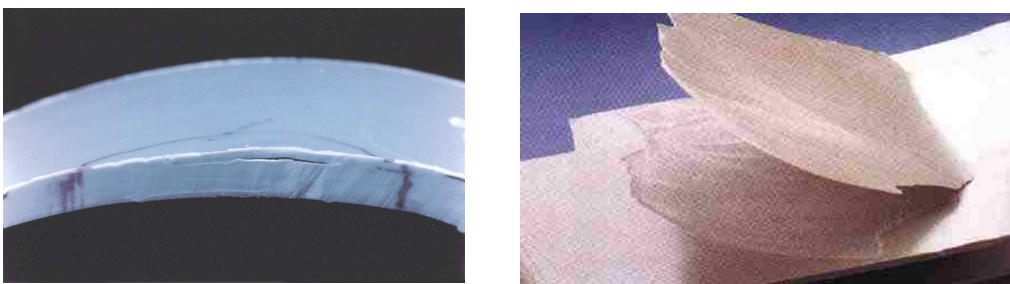
4. Molde pouco rígido.
5. Deficiente projecto do molde.
6. Zonas com saída negativa muito pronunciados.
7. Pouca saída para desmoldação.
8. Molde com falta de polimento ou com texturas muito fundas.
9. Posicionamento dos extractores ineficiente.
10. Área dos extractores pequena.

**Correcções possíveis:**

1. Optimizar a velocidade de injeção.
2. Reduzir a segunda pressão.
3. Comutar para segunda pressão mais cedo.
4. Optimizar o arrefecimento / controlo da temperatura do molde.
5. Aumentar a rigidez do molde.
6. Optimizar o projecto do molde.
7. Reduzir o tamanho das zonas com saída negativa e optimizar os ângulos de saída.
8. Polir a superfície na direcção da desmoldação ou arranjar uma textura que seja adequada ao desenho da peça
9. Optimizar a posição e tamanho dos extractores (junto de cantos, *ribs*, bossas).

**4.5.2.18. Delaminação**

A delaminação ocorre quando as várias camadas superficiais da peça não aderem entre si. Este problema pode acontecer no gito, perto do ponto de injeção ou em grandes superfícies da peça. Geralmente está associado a degradação térmica do material ou problemas de homogeneidade (material frio, contaminação da matéria prima, pigmentos incompatíveis).



**Figura 32** – Imagem que ilustra a delaminação das peças plásticas.

**Causas possíveis:**

1. Degradação térmica do material.
2. Matéria-prima contaminada.
3. Material frio.
4. Pigmentos incompatíveis.

**Correcções possíveis:**

1. Diminuir a temperatura da unidade de injeção.

2. Diminuir a velocidade de injeção.
3. Aumentar o ponto de injeção.
4. Limpar completamente o fuso.
5. Limpar a tremonha e o sistema de alimentação.
6. Aumentar a contrapressão.
7. Aumentar a temperatura do fundido.
8. Usar pigmentos compatíveis com a matéria-prima.

#### 4.5.2.19. Material Frio

Este tipo de defeito surge quando o material fundido arrefece o bico da injectora ou no injector do molde. Este material é depois forçado a entrar na cavidade do molde causando um defeito parecido com a cauda dum cometa. Outras vezes este material acaba por tapar completamente o ponto de injeção sendo injectado apenas o gito. Outras vezes é o próprio bico da injectora que fica obstruído.



**Figura 33** – Ilustração do material frio.

#### **Causas possíveis:**

1. Poço de fundido no gito muito pequeno.
2. Furo do bico pequeno.
3. Temperatura do bico baixa.
4. O material “baba” do bico da injectora ou dos canais quentes.

#### **Correcções possíveis:**

1. Aumentar ou fazer poço de fundido nos canais de injeção.
2. Aumentar o diâmetro do furo do bico, instalar uma resistência mais potente verificar o funcionamento do termopar.
3. Aumentar a velocidade de descompressão, melhorar o isolamento térmico no sistema de canais quentes

#### 4.5.2.20. Ar Preso

Este defeito pode ser confundido com outro defeito chamado vazios (ou chocho). Este tipo de defeito surge quando ar é retido no fundido surgindo depois na peça, sendo facilmente detectável em peças transparente. As principais causas para este defeito são uma descompressão muito elevada ou muito rápida ou uma dosagem pouco eficiente.



**Figura 34** – Ilustração de Ar preso.

**Causas possíveis:**

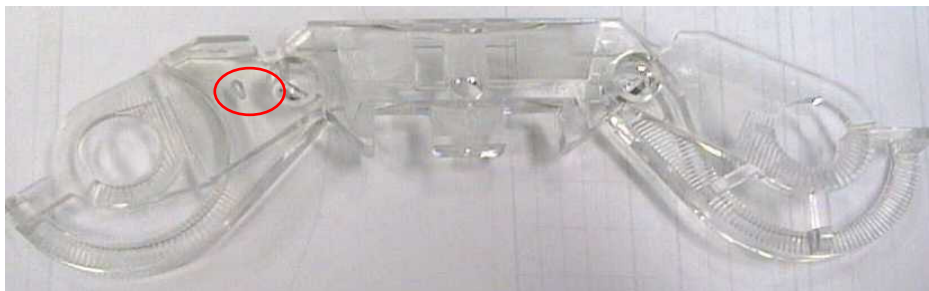
1. “Contaminação” com ar ou material não fundido.
2. Profundidade do fuso muito elevada.
3. Capacidade da unidade de plasticização excedida.
4. Contrapressão baixa.
5. Temperatura de fusão baixa.
6. Velocidade do fuso elevada.

**Correcções possíveis:**

1. Usar um fuso adequado.
2. Manter a dosagem entre 1 e 3D.
3. Aumentar contrapressão.
4. Aumentar temperatura do fundido.
5. Reduzir a velocidade do fuso.

*4.5.2.21. Vazios*

Este defeito surge quando a contracção da matéria-prima não é devidamente compensada. Geralmente aparece nas zonas mais espessas da peça e caracteriza-se por aparecerem grandes bolhas (sem ar dentro) que diminuem quando se aumenta o tempo ou a pressão da segunda pressão. Facilmente detectáveis em peças transparentes ou translúcidas facilmente passam despercebidas nas restantes podendo provocar falhas mecânicas das peças



**Figura 35** – Ilustra os vazios na peça ou Ar na peça.

**Causas possíveis:**

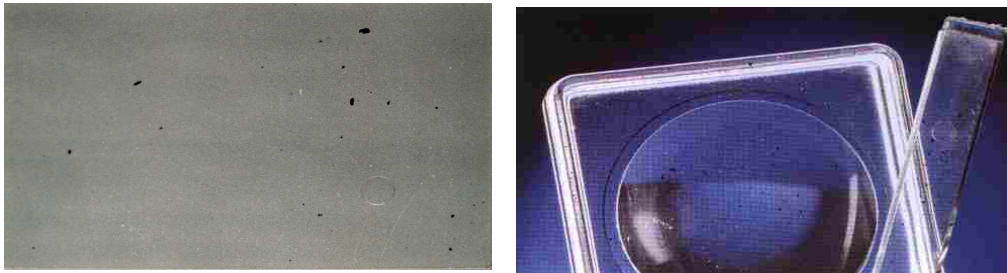
1. A contracção do material não é compensada.
2. Segunda pressão ineficiente.
3. Ponto de injeção mal posicionado ou peça mal desenhada (espessura não constante).

### **Correcções possíveis:**

1. Aumentar, se necessário, a abertura do bico e a secção do canal de injeção.
2. Verificar comprimento da almofada.
3. Aumentar o tempo da segunda pressão.
4. Aumentar valor da pressão segunda pressão.
5. Localizar o ponto de injeção na zona mais espessa da peça.
6. Redesenhar a peça de modo a evitar transições bruscas na espessura.

#### *4.5.2.22. Pintas Pretas*

Estas pintas podem aparecer de repente ou então a seguir a mudanças de material na injectora



**Figura 36** – Ilustração de pintas pretas (contaminação do material).

### **Causas possíveis:**

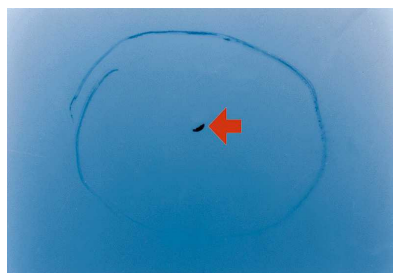
1. Desprendimento de pequenas camadas de fundido das superfícies do fuso ou do cilindro.
2. Contaminação dos grânulos do material ou do material reciclado.

### **Correcções possíveis:**

1. Limpar mecanicamente a unidade de plasticização.
2. Verificar procedimento para paragens de produção.
3. Verificar se a unidade de plasticização não apresenta desgaste.
4. Verificar os grânulos para possíveis contaminações.
5. Armazenar a matéria-prima em áreas livres de sujidade.
6. Limpar as peças antes de as reciclar.

#### *4.5.2.23. Pintas Cinzentas*

Pintas que quando vistas sobre um certo ângulo brilham.



**Figura 37** – Imagem que mostra pinta cinzenta que só possível ver num determinado ângulo

#### **Causas possíveis:**

1. Deterioração da unidade de alimentação.
2. Partículas estranhas (produzidas por abrasão dos tubos de alimentação, contentores ou tremonhas).
3. Deterioração do moinho usado para reciclar material.

#### **Correcções possíveis:**

1. Verificar desgaste no fuso, no cilindro e na válvula de não-retorno.
2. Verificar desgaste nos tubos de alimentação, contentores e tremonhas.
3. Usar aço inox nos tubos de alimentação, contentores e tremonhas evitando alumínio
4. Evitar “cantos”. Se não for possível usar grandes raios na transição.
5. Fazer manutenção aos moinhos e verificar desgaste nos componentes.

#### *4.5.2.24. Marcas Brancas*

Zonas esbranquiçadas de forma circular ou oval podendo aparecer por toda a superfície da peça.



**Figura 38** – Podemos verificar manchas brancas de vários formatos.

#### **Causas possíveis:**

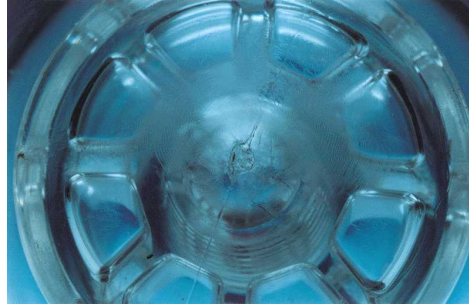
1. Humidade excessiva na matéria-prima.
2. Temperatura de fusão muito elevada.
3. Tempo de residência muito elevado (apenas no caso de PA com fibra de vidro).

#### **Correcções possíveis:**

1. Verificar estufas ou processo de estufagem.
2. Verificar temperatura de fusão, tempo de residência e velocidade do fuso (apenas no caso de PA com fibra de vidro).

#### *4.5.2.25. Tremidos Junto ao Ponto de Injecção*

Anéis concêntricos junto ao ponto de injecção. Estes defeitos estão associados a pontos de injecção de reduzidas dimensões e a grande velocidade de injecção. Estes provocam uma grande orientação molecular que associados a um arrefecimento muito abrupto vão provocando pequenos anéis concêntricos à volta do ponto de injecção.



**Figura 39** – Tremidos concêntricos junto do ponto de injeção.

**Causas possíveis:**

1. Distúrbio do fluxo do fundido no ponto de injeção ou no gito.
2. Frente do fundido com diferentes velocidades (com vários pontos de injeção).

**Correcções possíveis:**

1. Alterar ponto de injeção, começar a injectar o material lentamente e depois aumentar a velocidade.
2. Uniformizar as diferenças de velocidade na frente de fluxo melhorando o balanceamento do sistema de injeção (quando existem vários pontos de injeção).

*4.5.2.26. Superfície Mate Junto aos Bicos dos Canais Quentes*

Efeito rugoso/mate na superfície da peça junto ao ponto de injeção quando este é feito com canais quentes.



**Figura 40** – Superfície mate junto aos bicos dos canais quentes.

**Causas possíveis:**

1. Tempo de arrefecimento curto.
2. Temperatura da bucha muito elevada.
3. Temperatura do molde no sistema de canais quentes muito elevada.

**Correcções possíveis:**

1. Aumentar tempo de arrefecimento.
2. Garantir que o arrefecimento da bucha é eficiente.
3. Melhorar o isolamento térmico do sistema de canais quentes, reduzir a temperatura do molde.

#### 4.5.2.27. Gripados

Os gripados são riscos que aparecem nas paredes laterais da peça no sentido de desmoldação.

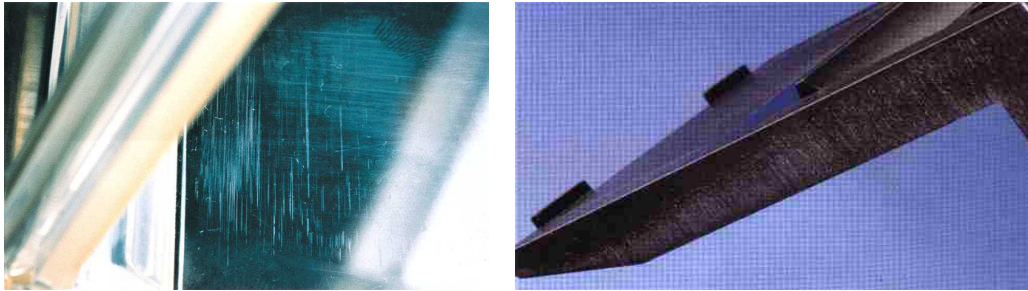


Figura 41 – Ilustra gripados na peça injectada.

#### **Causas possíveis:**

1. Superfície da cavidade danificada.
2. Rigidez do molde inadequada.
3. Deformação dos movimentos laterais.
4. Pressão na cavidade muito elevada.
5. Ângulo de saída inadequado para a textura da peça

#### **Correcções possíveis:**

1. Verificar a superfície da cavidade e corrigi-la se necessário (polir no sentido da extracção).
2. Aumentar a resistência do molde.
3. Optimizar os movimentos laterais.
4. Reduzir a pressão na cavidade.
5. Comutar de pressão de injeção para segunda pressão mais cedo.
6. Reduzir a pressão da segunda pressão.
7. Optimizar a velocidade de injeção.
8. Aumentar a temperatura do fundido.
9. Adequar o ângulo de saída de acordo com a textura a usar.

#### 4.5.2.28. Comprimento da Almofada Variável

A comprimento da almofada deve ser constante de moldação para moldação, quando isto não acontece pode ser um sintoma de que algo não está bem na injectora e que outros problemas podem surgir.

#### **Causas possíveis:**

1. Válvula de não-retorno danificada.
2. Sistema hidráulico defeituoso.
3. Dosagem irregular.

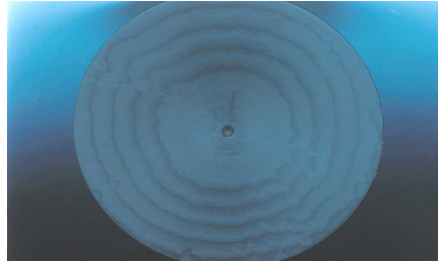
#### **Correcções possíveis:**

1. Verificar a válvula de não-retorno e substituí-la se necessário.

2. Verificar sistema hidráulico.
3. Verificar a unidade de injeção para verificar desgaste e substituí-la se necessário.

#### 4.5.2.29. Anéis à Volta do Ponto de Injecção

Este tipo de defeito é mais comum em peças feitas em ABS ou em *blends* de ABS.



**Figura 42** – Anéis a volta do ponto de injeção

#### 4.5.2.30. Gito Preso no Injector



**Figura 43** – Gito preso no injector.

#### **Causas possíveis:**

1. Parâmetros de processamento não otimizados (tempo de comutação, pressão de segunda pressão).
2. Raio do injector muito grande.
3. Ângulo de saída insuficiente.
4. Polimento insuficiente.

#### **Correcções possíveis:**

1. Optimizar os parâmetros de injeção.
2. Reduzir a pressão na cavidade reduzindo a segunda pressão ou fazendo a comutação mais cedo.
3. Aumentar o tempo de arrefecimento se necessário.
4. Reduzir raio do injector ou diminuir o furo.
5. Verificar se não existem prisões no injector, no bico da injectora e corrigir se necessário.
6. Melhorar o polimento no sentido da abertura do molde.

#### 4.5.2.31. Barulhos do Molde ao Abrir

O molde ao abrir e ao fechar ao deve provocar qualquer ruído. Quando tal acontece é sinal que alguma não está a funcionar como deve ser e pode ser o princípio de grandes problemas, daí a necessidade de corrigir este problema o mais rapidamente possível.

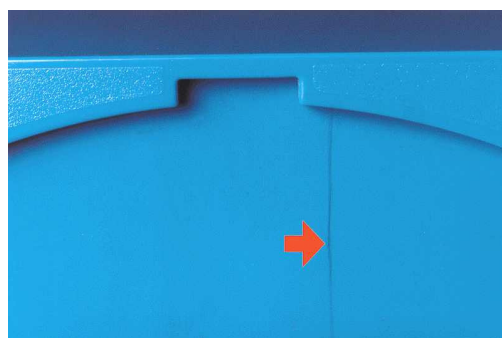
##### **Causas possíveis:**

1. Pressão na cavidade muito elevada.
2. Rigidez do molde inadequada.
3. Ângulos de saída insuficiente.
4. Mecanismo de centragem do molde com defeito ou danificado.
5. Temperatura das duas metades do molde diferentes.
6. Falta de lubrificação do molde.

##### **Correcções possíveis:**

1. Diminuir a pressão na cavidade do molde.
2. Fazer a comutação para segunda pressão mais cedo.
3. Reduzir o valor da pressão da segunda pressão.
4. Aumentar a rigidez do molde.
5. Verificar polimento e ângulos de saída e corrigir se necessário.
6. Usar um desmoldante se possível.
7. Corrigir o mecanismo de centragem do molde.
8. Verificar se existe alguma deficiência no sistema de arrefecimento do molde.
9. Lubrificar guias e casquilhos, verificar se existe alguma peça gripada e substituí-la ou poli-la

#### 4.5.2.32. Cor Mais Acentuada nas Linhas de Fecho



**Figura 44** – Cor mais acentuada nas linhas de fecho.

##### **Causas possíveis:**

1. Separação do pigmento ou diferente refração da luz causada por fluxo desfavorável na linha de fecho.
2. Elevada carga térmica do fundido.
3. Oxidação devida a ventilação insuficiente.

**Correcções possíveis:**

1. Variar a velocidade da frente do fundido.
2. Reduzir a carga térmica no fundido
3. Melhorar fugas de gás e se possível alterar a posição das linhas de fecho.

*4.5.2.33. O Molde Não Abre*

**Causas possíveis:**

1. Pressão na cavidade demasiado alta.
2. Rigidez do molde inadequada.
3. Fins de curso dos movimentos hidráulicos não funcionam.
4. Motor da injectora desligado.

**Correcções possíveis:**

1. Diminuir a pressão na cavidade do molde.
2. Fazer a comutação para segunda pressão mais cedo.
3. Reduzir o valor da pressão da segunda pressão.
4. Aumentar a temperatura do fundido.
5. Aumentar a rigidez do molde.
6. Verificar a posição dos movimentos hidráulicos em relação aos fins de curso
7. Verificar qual a causa que desligou o motor e voltar a ligá-lo.

*4.5.2.34. Superfícies Texturadas Muito Brilhantes*



**Figura 45** – Superfícies texturadas demasiado brilhantes.

**Causas possíveis:**

1. Temperatura do molde muito alta.

**Correcções possíveis:**

1. Verificar o circuito de refrigeração.
2. Verificar temperatura do sistema de canais quentes

#### 4.5.2.35. Arrastamento



**Figura 46** – Mostra um arrastamento no material injectado

#### **Causas possíveis:**

1. Ar preso no molde (em áreas com gravações, depressões ou ranhuras).

#### **Correcções possíveis:**

1. Reduzir a velocidade nas zonas críticas.
2. Melhorar fugas de ar nas linhas de fecho, depressões, ribs e gravações.
3. Aplicar vácuo no molde

#### 4.5.2.36. Dimensões Incorrectas

#### **Causas possíveis:**

1. Con tracção escolhida para a construção do molde incorrecta.
2. Empeno causado por fraco desenho da peça ou por má colocação do ponto de injeção.
3. Injectora e molde não estabilizados.
4. Humidade excessiva do material.

#### **Correcções possíveis:**

1. Confirmar con tracção com o fabricante da matéria-prima ou comparar com um molde já existente.
2. Verificar peça e redesenhar para minimizar empenos.
3. Alterar ponto de injeção de modo a provocar uma orientação regular do fluxo.
4. Verificar controladores de temperatura da injectora e do molde para ver oscilações de temperatura.
5. Verificar o processo de estufagem do material.

#### 4.5.2.37. Peça Partida Durante a Extracção



**Figura 47** – Mostra uma peça partida durante a sua extracção.

### **Causas possíveis:**

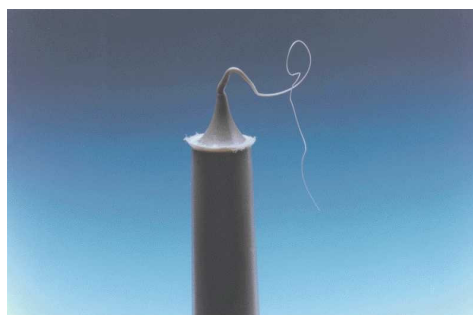
1. Pressão na cavidade elevada.
2. Tempo de arrefecimento curto.
3. Temperatura do molde elevada em determinadas zonas.
4. Rigidez do molde inadequada.
5. Desenho do molde inadequado.
6. “Prisões” muito acentuadas ou pequeno ângulo de saída.
7. Molde pouco polido.
8. Extractores mal posicionados ou com diâmetro pequeno.
9. Material degradado.

### **Correcções possíveis:**

1. Optimizar a velocidade de injeção.
2. Reduzir segunda pressão.
3. Comutar para segunda pressão mais cedo.
4. Optimizar tempo arrefecimento e controlo da temperatura do molde
5. Aumentar a rigidez do molde.
6. Optimizar o projecto do molde.
7. Reduzir “prisões” e optimizar ângulos de saída.
8. Polir as superfícies do molde na direcção da desmoldação, escolher uma profundidade adequada para a textura.
9. Optimizar a posição e tamanho dos extractores (é importante estes serem localizados junto de ribs, cantos e *bosses*).
10. Verificar tempo de residência do material na estufa e no fuso e temperatura do fundido.

#### *4.5.2.38. Fio de Injecção*

O fio de injeção surge na parte do gito que está em contacto com o bico da injectora ou com os bicos do sistema de canais quentes. Quando a peça é injectada directamente com um bico quente este fio fica pendurado nela. Este fio pode provocar defeitos na própria peça se for pintada posteriormente ou se ficar algum vestígio no molde pode aparecer na moldação seguinte contribuindo ainda para danificar alinha de junta do molde.



**Figura 48** – Ilustração de um fio de injeção.

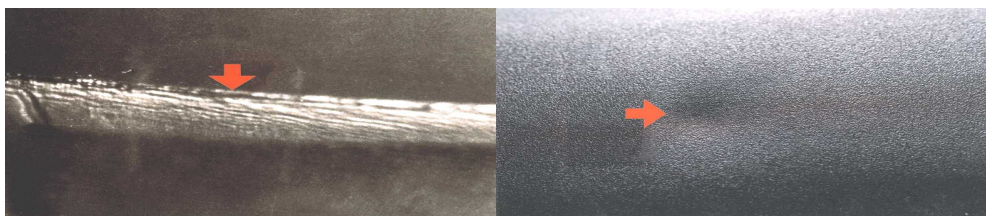
#### **Causas possíveis:**

1. Abertura do bico da injectora muito grande.
2. Pouco isolamento térmico na zona de contacto do bico.
3. Temperatura da zona do bico em contacto com o sistema de canais quentes elevada.
4. Pouca descompressão.

#### **Correcções possíveis:**

1. Usar um bico com um furo mais pequeno tendo atenção à degradação da matéria-prima por atrito.
2. Optimizar o isolamento térmico do bico.
3. Reduzir a temperatura do bico.
4. Ligar a descompressão ou aumentar o curso (depois da dosagem no caso do bico da injectora ou ante no caso de bicos de canais quentes).

#### *4.5.2.39. Molde Corroído*



**Figura 49** – Mostra-nos o que o molde desgastado pode fazer as peças.

#### **Causas possíveis:**

1. Falta de fugas de gases.
2. Aço do molde susceptível de ser corroído.
3. Molde sem protecção quando não está a ser usado.
4. Degradação da matéria-prima.

#### **Correcções possíveis:**

1. Melhorar fugas de gases e otimizar linha de fecho.
2. Usar aços resistentes à corrosão.
3. Usar um protector adequado para proteger o molde.
4. Optimizar os parâmetros de injeção.
5. Reduzir temperatura do fundido.
6. Reduzir o tempo de residência do fundido na unidade de injeção

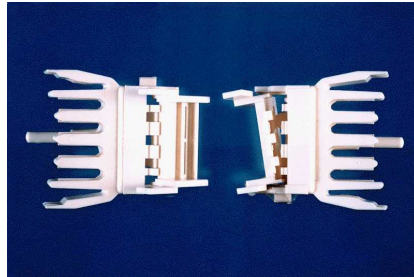
#### *4.5.2.40. Defeitos em Dobradiças Integrais*

#### **Causas possíveis:**

1. Matéria-prima incorrecta (materiais amorfos).
2. Projecto do molde incorrecto (linhas de fecho perto da dobradiça integral)

### **Correcções possíveis:**

1. Usar uma matéria-prima própria para este tipo de função (materiais parcialmente cristalinos).
2. Alterar a localização das linhas de fecho alterando a localização dos pontos de injeção.



**Figura 50** – Defeitos em dobradiças integrais.

#### *4.5.2.41. Variações no Peso*

O peso da moldação é muitas vezes uma das variáveis que é usada para controlar estatisticamente o processo de injeção. Este processo é designado por controlo estatístico do processo (vulgarmente conhecido pelas iniciais da designação em inglês, SPC). Quando é efectuado este tipo de controlo facilmente são detectadas variações no peso da moldação. Quando não é usado também é facilmente detectado através de defeitos associados como sejam peças chupadas, incompletas, com rebarba, etc..

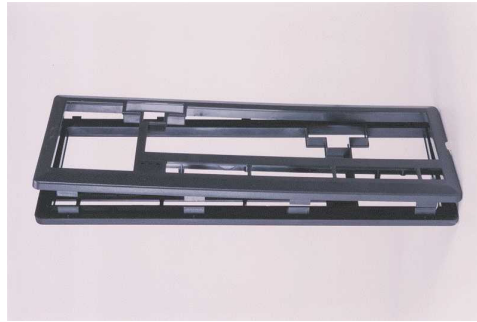
### **Causas possíveis:**

1. Unidade de plasticização danificada.
2. Variações da temperatura do fundido ou do molde.
3. Matéria-prima mal estufada.
4. Variações no comprimento da almofada.
5. Dosagem irregular.
6. Força de fecho insuficiente.

### **Correcções possíveis:**

1. Examinar unidade de injeção em especial a válvula de não-retorno e substituir se necessário.
2. Verificar controladores e circuitos de aquecimento da unidade de injeção.
3. Verificar processo de estufagem.
4. Verificar cursos de injeção e de dosagem.
5. Aumentar a força de fecho ou usar uma injectora com tonelagem maior.

#### 4.5.2.42. Empeno



**Figura 51** – Ilustra um grave empeno na peça plástica na peça.

#### **Causas possíveis:**

1. Peça mal projectada.
2. Má orientação das fibras de vidro.
3. Má distribuição de espessuras na peça.
4. Segunda pressão inefectiva.
5. Válvula de não retorno danificada.
6. Deficiente controlo de temperatura do molde.

#### **Correcções possíveis:**

1. Optimizar desenho da peça.
2. Melhorar a orientação das fibras de vidro alterando o ponto de injeção.
3. Uniformizar ao máximo a espessura da peça.
4. Comutar para segunda pressão mais cedo.
5. Verificar válvula de não-retorno e substituí-la se necessário.
6. Controlar separadamente a temperatura de cada metade do molde.

## 5. OPTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO

### 5.1. Introdução

Para que se optimize a produção de uma empresa é necessário racionalizar a gestão da produção (Dashofer, 2006).

A pessoa responsável por esse sector pode deparar-se com três situações distintas:

- 1 – Início de actividade da empresa;
- 2 – Início do fabrico de um novo produto ou conjunto de produtos, por uma empresa que já se encontra em laboração;
- 3 – O Gestor considera que se pode melhorar a actividade de uma empresa que já se encontra em funcionamento.

No primeiro caso referido, há que efectuar um estudo objectivo e criterioso, por forma a implementar os meios e condições que promovam:

- A judiciosa escolha das tecnologias e processos de fabrico a implementar e dos equipamentos e outros meios de produção a utilizar, bem como o estudo e definição da sua mais correcta utilização;
- A implementação eficaz de equipamentos e postos de trabalho, assim como a movimentação de forma conveniente dos materiais e componentes, dos produtos em curso de fabrico e dos produtos fabricados, de forma a minimizar os custos, a probabilidade de ocorrência de acidentes que provoquem anomalias nos produtos, que possam conduzir a que tenham de sofrer operações adicionais para serem corrigidos ou que seja necessário considera-los sucata, e a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho;
- A racionalização das operações de fabrico a efectuar, através da atempada, clara e eficaz informação dos postos de trabalho;
- A objectiva e correcta formação e motivação dos trabalhadores, de forma a promover a mais conveniente produtividade da mão-de-obra e a minimizar a ocorrência de erros de operação ou de movimentação, que impliquem a necessidade de rejeição de peças ou produtos em curso de fabrico, ou a necessidade de operações adicionais, para eliminar os seus defeitos;
- A minimização do consumo de materiais, energia eléctrica e/ou outros elementos energéticos e a mais elevada produtividade da mão-de-obra, tendo contudo em consideração que o esforço físico, mental e psíquico, pedido a cada trabalhador, se mantenha dentro dos limites perfeitamente aceitáveis.

Na segunda situação apresentada, há que prosseguir com todos os estudos e implementação dos meios e acções referidos anteriormente, realizando uma análise pormenorizada que permita verificar se as tecnologias detidas pela empresa, bem como os equipamentos e outros meios de produção existentes e com capacidade disponível, podem ser racionalmente utilizadas no fabrico do novo produto, ou conjunto de produtos que se deseja lançar.

No que diz respeito à terceira situação, pode-se verificar que é frequente ter equipamentos umas vezes com excessiva sobreutilização e outras fortemente subutilizados. O gestor de produção tem sempre de ter um papel activo na área da produção já que ocorrem, frequentemente também avarias em equipamentos e/ou outros meios de produção, que provocam inevitáveis e, por vezes, demoradas interrupções no fabrico, conduzindo a atrasos na produção, paragem de postos de trabalho e à necessidade de reprogramação da produção.

- É exageradamente elevado o custo de reparação dos meios de produção e qual a razão.
- Ocorrem, com alguma frequência, significativos períodos em que há mão-de-obra que se encontra improdutiva ou com baixa utilização;
- Os consumos de materiais e energia são demasiadamente elevados e quais as razões.
- O número de peças ou produtos que apresentam defeitos de qualidade, obrigando à sua rejeição ou implicando operações de correcção, é muito elevado e quais as causas daquelas anomalias.
- São frequentemente excessivas as quantidades de materiais, de componentes e de produtos em curso de fabrico e, eventualmente, se uma parte significativa é constituída por elementos obsoletos, deteriorados ou defeituosos.
- É frequente haver paragens de fabrico ou de reprogramação da produção, devido a rupturas de stock de materiais, componentes, ou de produtos em curso de fabrico.

Resumidamente, No caso das duas primeiras situações referidas anteriormente, deve-se definir, de forma objectiva, pormenorizada e clara, a gestão da produção e, no caso da terceira situação, redefini-la, tendo em atenção sobretudo aos seguintes aspectos:

- O mais correcto equilíbrio do projecto técnico-económico dos produtos a fabricar em relação ao binómio: adequação às necessidades e desejos dos consumidores que se deseja prioritariamente atingir e à possibilidade da sua execução. Para isso, avaliam-se as tecnologias detidas pela empresa, ou as que se podem economicamente aceder a curto prazo, sendo que preferencialmente se deve utilizar o equipamento existente, com capacidade disponível e em bom estado técnico.
- A correcta e objectiva definição dos padrões de qualidade a que os materiais e componentes, produtos fabricados e as operações de fabrico devem obedecer, bem como as normas técnicas, processos e pontos de controlo de qualidade que assegurem, com elevada fiabilidade, que as operações fabris efectuadas resultem em produtos em curso de fabrico e em produtos fabricados que apresentem a qualidade adequada às necessidades e desejos do cliente.
- A análise objectiva e crítica das tecnologias e dos processos de fabrico utilizados, dos equipamentos e outros meio de produção existentes, ponderando se são os mais convenientes para se alcançar, de forma sustentada, a qualidade desejada ao menor custo, ou se será técnico-económicamente mais conveniente implementar, em geral, progressivamente, novas tecnologias e/ou processos de fabrico e adquirir

equipamentos e outros meios de produção mais modernos e adequados, tendo, evidentemente, em consideração a mais conveniente capacidade quantitativa e qualitativa e a gradual substituição dos equipamentos existentes. Saliente-se ainda a necessidade de se estudar de forma objectiva, a eventual possibilidade e interesse económico de se evitar a compra a curto prazo de novos meios de produção através de alterações técnicas nos meios existentes que propiciem que estes possam responder, de forma suficientemente eficaz, às novas condições que se deseja implementar.

➤ Um estudo objectivo e pormenorizado das alterações a introduzir na organização da produção, considerando a mais racional implementação dos equipamentos e dos postos de trabalho.

➤ O estudo da mais correcta movimentação dos materiais e componentes, dos produtos em curso de fabrico e dos trabalhadores, minimizando as distancias a percorrer e o seu custo, bem como a probabilidade de ocorrência de acidentes que provoquem anomalias nos elementos movimentados, esforço excessivo para os trabalhadores e/ou acidentes de trabalho.

➤ A mais correcta e eficaz preparação do trabalho, para que os postos de trabalho recebam em tempo oportuno as ferramentas, os materiais e componentes, os produtos em curso de fabrico e toda a informação que necessitem para a mais correcta e eficaz execução das suas tarefas.

➤ A mais correcta, completa e eficiente formação dos trabalhadores, a todos os níveis, de forma a alcançar uma conveniente produtividade e a qualidade desejada, minimizando a ocorrência de produtos ou operações defeituosas.

➤ Um estudo de implementação de um sistema de programação da produtividade que promova:

- A mais correcta e eficaz utilização da mão-de-obra e dos equipamentos e outros meios de produção.
- Uma correcta, económica e eficiente gestão dos stocks de materiais e componentes e de produtos em curso de fabrico e semi-fabricados.
- Um eficaz planeamento das intervenções de manutenção sobre os equipamentos, ferramentas e outros meios de produção e sobre as infra-estruturas, tais como as instalações industriais, as redes eléctricas, de ar comprimido, de água, de vapor, etc., para que os responsáveis pela produção conheçam, com a antecedência necessária, quando e por quanto tempo cada meio de produção tem de ficar inactivo devido a intervenções de manutenção e assim poderem efectuar uma gestão conveniente, de forma a minimizar os efeitos daquelas paragens.
- A definição e implementação de um sistema de coordenação de todas as actividades referidas e da conveniente descentralização de responsabilidades nas respectivas chefias intermédias. Para que esta

descentralização seja eficaz é contudo necessário que cada um conheça clara e objectivamente as suas responsabilidades e lhes seja fornecida a informação e formação necessárias e delegados os poderes convenientes para que as assuma. Será ainda necessária a definição de uma rede de comunicação actuante, objectiva e fiável para que se potencie a eficiência de todos os postos de trabalho, evitando soluções de continuidade ou duplicações e potenciando o aproveitamento de sinergias.

Seguidamente, apresentam-se os principais e mais frequentes princípios e técnicas:

1. Engenharia do Produto.
2. Engenharia do Processo, também designada por *preparação do trabalho* e por *Métodos movimentos e tempos de fabrico*.
3. Planeamento e controlo da produção.
4. Produção.

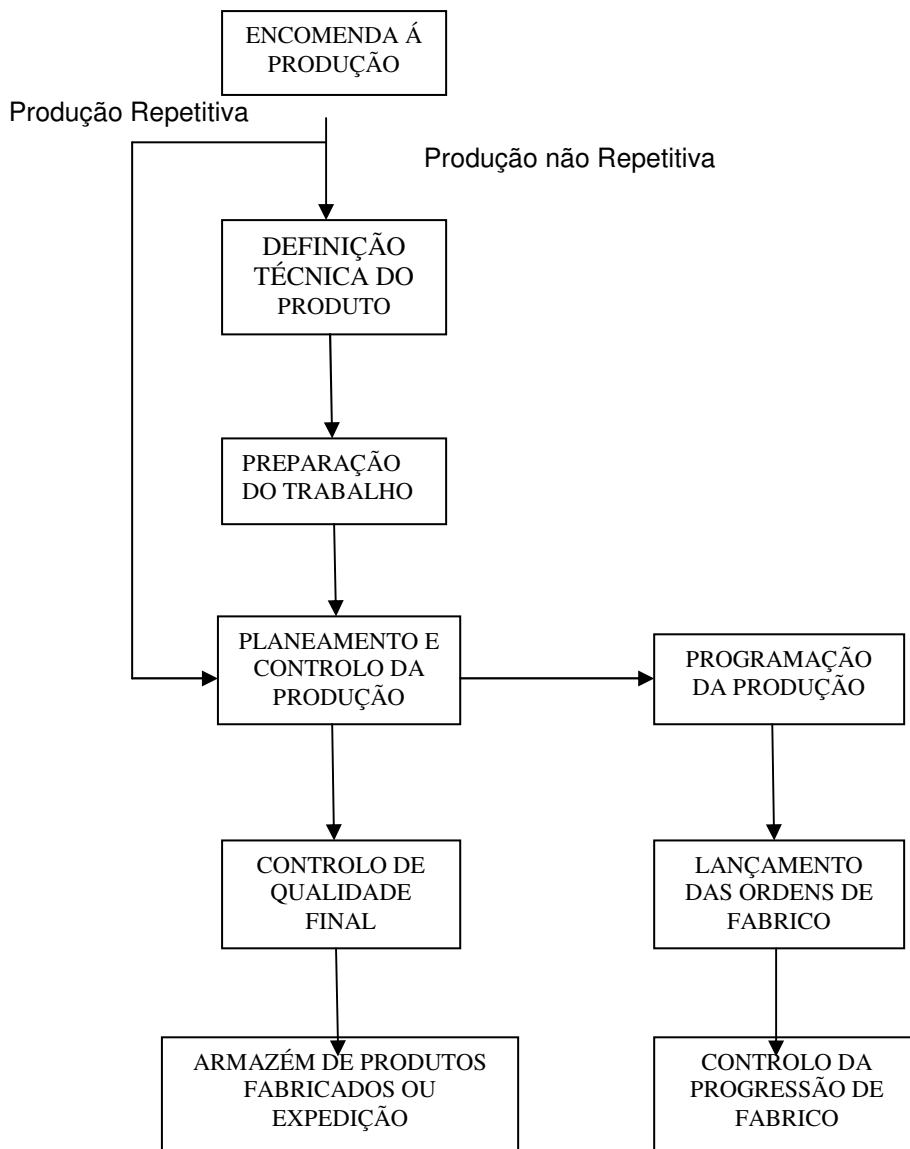
Com efeito, não se pode desenvolver correcta e eficientemente:

- A produção, sem que exista um planeamento e controlo da mesma, previamente conhecido pelos responsáveis da produção, e não se pode efectuar o controlo sem que exista um planeamento.
- O planeamento da produção, sem previa preparação do trabalho.
- A preparação do trabalho, sem que a Engenharia de Produto tenha efectuado a definição técnica do produto.

Refira-se, desde já, que há uma forte interligação destas funções e ainda que tem de se processar igualmente uma eficiente interligação e frequente comunicação das funções referidas com as seguintes:

- *Marketing*
- *Qualidade*
- *Gestão de stocks*

Apresentar-se-á, no prosseguimento deste texto, as razões destas necessidades e a forma de as executar eficazmente. O esquema seguinte representa a intervenção das funções referidas, desde a emissão, pela função marketing, das encomendas para a produção, até á chegada dos produtos fabricados ao armazém dos serviços comerciais ou á expedição.



**Figura 52** – Representação esquemática entre a entrada de uma encomenda e a saída da mesma.

Encomenda á Produção, é emitida pelo serviço de vendas e indica:

- Quantidades a fabricar
- Modelos e características
- Prazo ou data limite de entrega
- Especificações comerciais, quando se trata de um produto ou modelo novo ou uma encomenda especifica.

Definição Técnica do Produto, é elaborada pela Engenharia do Produto:

- Projectos de conjunto e de pormenor
- Listas de materiais e componentes

- Fichas técnicas

Preparação do Trabalho, é efectuada pela Engenharia de Processo e define:

- Métodos de fabrico
- Equipamentos a utilizar
- Implementação mais racional de equipamentos e postos de trabalho
- Movimentação mais racional dos materiais e componentes dos produtos em curso de fabrico, dos produtos fabricados e dos colaboradores
- Consumos *standard* de materiais e dos outros factores produtivos
- Tempos/Homem e Tempos/Máquina

Note-se que a Engenharia de Produto e a de Processo podem pertencer a um mesmo departamento ou cada um constituir um departamento autónomo. Neste segundo caso, deve haver uma elevada relação funcional, que conduza a uma objectiva e eficaz comunicação, em ambos os sentidos.

## 5.2. A Engenharia de Produto

Os objectivos da Engenharia de Produto consistem sinteticamente, em:

- Projectar tecnicamente os produtos, para que:
  - Satisfaçam em qualidade, características e preço, as necessidades e os desejos dos consumidores potenciais a quem prioritariamente se dirigem e apresentem vantagens comparativas, relativamente aos da concorrência.
  - Possam ser fabricados através de tecnologias e processos de fabrico, denominados ou domináveis, no curto prazo, pela empresa e utilizando, preferencialmente, equipamentos nela existentes e com capacidade disponível.
- Estudar, por sua própria iniciativa ou por proposta de outros departamentos da empresa, nomeadamente Engenharia de Processo, Produção e/ou Aprovisionamento, as consequências, na qualidade dos produtos, de alterações de materiais, componentes, tecnologias e/ou processos de fabrico.
- Projectar, por iniciativa própria ou por proposta de outros departamentos, nomeadamente, *Marketing*, Engenharia de Processo e Produção, alterações técnicas nos produtos, que os tornem mais aptos:
  - A satisfazer eficientemente novas necessidades e desejos dos consumidores ou a poderem atingir, eficazmente, outros segmentos de consumidores.
  - À sua produção, através de novas tecnologias ou processos de fabrico, implementados ou a implementar na empresa, e que permita elevar, sustentadamente, a sua qualidade ou reduzir o seu custo de produção.
  - A melhor utilização dos equipamentos e processos de fabrico normalmente utilizados, ou dos que irão ser implementados.

Para atingir os objectivos referidos, a Engenharia de Produto baseia a sua acção:

- Na definição comercial do produto, efectuada pelo departamento de *Marketing*. Refira-se que aquela expressão define o conjunto de características que aquele departamento deseja ver satisfeito – características dimensionais, estéticas, funcionais, de utilização, de conservação, etc., e que segundo o referido departamento, são as que melhor se adequam às necessidades e desejos dos segmentos de consumo a que prioritariamente se querem dirigir e, bem assim, as perspectivas de evolução daquelas necessidades e desejos.

Exemplifique-se a noção de definição comercial de um produto, através das características referidas, pelo departamento de *Marketing*, para um frigorífico doméstico. Este serviço comunica à Engenharia de Produto que determinado segmento de mercado deseja que aquele produto tenha uma base quadrada, de 60cm de lado, volume útil de congelação  $X \text{ dm}^3$ , e de refrigeração  $Y \text{ dm}^3$ , portas separadas para o congelador e para a área de refrigeração, que esta tenha quatro prateleiras, três das quais amovíveis, e três prateleiras na porta, a inferior com uma altura útil de  $Z \text{ cm}$  e

que a área de congelação tenha 2 prateleiras, além disso que ao abrir qualquer uma das portas acenda a luz das respectivas áreas.

- No estudo prospectivo da qualidade técnica que os produtos deverão possuir e das normas e outras características técnicas, estéticas e funcionais a que deverão obedecer para responderem, eficazmente, às necessidades e desejos dos potenciais consumidores ou utilizadores, e às imagens que vão deter sobre estes produtos. Também importantes são as condições técnicas que irão garantir a segurança do produto, na sua utilização, limpeza e conservação, a sua durabilidade e a facilidade de limpeza, de manutenção e de reparação.
- No conhecimento das normas e outras características técnicas, existentes no país e nos mercados mais evoluídos.
- No conhecimento das tecnologias e processos de fabrico utilizados nos países tecnicamente mais evoluídos.
- Na inventariação dos materiais e componentes disponíveis no mercado nacional e dos susceptíveis de serem adquiridos em terceiros mercados, nomeadamente naqueles em que se tem a maior facilidade de contacto e condições mais favorecidas, por exemplo, os pertencentes ao mesmo bloco económico garantindo-se assim as normas e outras características estabelecidas para esses materiais e componentes.
- No pormenorizado conhecimento da capacidade quantitativa e qualitativa actual e potencial da empresa no que se refere ao conhecimento dominado de tecnologias e processos de fabrico.

Para perspectivar a qualidade e características desejáveis para os produtos, a Engenharia de Produto deve:

- Analisar sistemática, pormenorizada e criticamente, os produtos distribuídos pela concorrência, nomeadamente os das empresas mais evoluídas, observando, objectiva e circunstancialmente as suas qualidades, características e soluções utilizadas. Saliente-se que é normal o serviço de Engenharia de Produto requisitar a compra de duas ou três unidades dos produtos de cada concorrente cujo estudo considera importante, destinando pelo menos um para ser desmontado para se investigar as soluções e características que aumentam a sua qualidade, segurança, durabilidade e economia de utilização, ou diminuem os seus custos de fabrico. As outras unidades são sujeitas a provas de envelhecimento acelerado.
- Visitar feiras e exposições efectuadas no seu país ou em mercados internacionais onde se apresentem, entre outros produtos, os concorrentes dos que a empresa fabrica ou deseja fabricar, bem como materiais e componentes que entram na sua fabricação e montagem, com o objectivo de efectuar uma primeira análise do que já é, ou vai começar a ser distribuído, recolher todas as informações e documentação técnica a que consiga ter acesso e discutir aspectos técnicos e tecnológicos e soluções convenientes com os elementos técnicos e comerciais directa ou indirectamente

ligados à concepção e fabrico daqueles produtos. Entre aqueles elementos salientam-se quer os técnicos das empresas fabricantes dos produtos concorrentes, quer os técnicos-comerciais e comerciais das empresas fabricantes ou distribuidoras de materiais e componentes que entram na fabricação ou montagem dos produtos que a empresa fabrica ou quer iniciar o fabrico.

➤ Manter um contacto frequente com os principais produtores ou distribuidores de materiais e componentes utilizados no fabrico ou montagem dos produtos em questão e dos fabricantes ou distribuidores de equipamentos e outros meios de produção utilizados no fabrico ou montagem e consultar, sistematicamente, revistas técnicas e outra documentação relacionada com a concepção e fabrico daqueles tipos de produtos e seus componentes, bem como com novas tecnologias e processos de fabrico, que possam interessar para o seu fabrico ou montagem.

➤ Analisar, sistemática e criticamente, as reclamações dos clientes da empresa e os relatórios dos elementos do seu serviço de assistência técnica relativos aos produtos actualmente comercializados.

➤ Conhecer, pormenorizadamente, a imagem que os consumidores ou utilizadores têm dos produtos que a empresa fabrica e dos da concorrência, e das características e requisitos que desejavam ver mais eficazmente atingidos, com base na consulta directa a consumidores ou utilizadores, actuais e potenciais e através da:

Discussão com os elementos técnicos da assistência pós-venda

Análise crítica dos relatórios dos vendedores

Visita a concessionários, quando estes existem, ou empresas que se ocupam da comercialização e reparação do tipo de produtos produzidos pela indústria em questão, para discussão, com os respectivos técnicos, dos problemas que estes detectaram.

Para deterem completo conhecimento da capacidade tecnológica da empresa, os elementos da Engenharia de Produto devem:

➤ Promover um frequente diálogo com os técnicos da Engenharia de Processo e com os quadros da Produção, nunca esquecendo que os primeiros detêm um amplo e pormenorizado conhecimento das potencialidades, quantitativas e qualitativas, dos meios de produção e dos postos de trabalho, e os segundos, os conhecimentos que a experiência prática proporciona.

➤ Coligir e catalogar criteriosamente todos os elementos que permitam desenvolver o seu objectivo: o conhecimento das características, capacidades quantitativas e qualitativas e versatilidade dos meios de produção existentes.

A acção da Engenharia de Produto deve-se desenvolver com base:

➤ Na discussão, com o responsável da distribuição, da definição ou redefinição comercial do produto, isto é, da definição da qualidade e características que o produto deve apresentar, tais como durabilidade, segurança, performance, facilidade de

utilização e conservação, dimensões, peso, *design*, cores, entre outros, bem como da definição do preço conveniente.

- Na tradução da definição comercial em definição técnica e no desenvolvimento de uma primeira análise da possibilidade de satisfazer integralmente aquelas condições.
- No desenvolvimento de um primeiro projecto de conjunto e discussão com o responsável da distribuição, negociando as alternativas possíveis, caso não seja possível satisfazer todas as características por aquelas apresentadas, seguidamente, no desenvolvimento dos projectos de pormenor, analisando a sua compatibilidade e discutindo-o com o responsável da Engenharia de Processo para confirmar a sua adequabilidade a boas condições técnico-económicas de fabrico e a possibilidade e conveniência de introduzir algumas alterações que promovam melhores e mais económicas condições de produção.
- Na construção de um primeiro protótipo e seu teste.
- Nos resultados daquele teste, decidindo se ele responde eficazmente à qualidade e características pretendidas e se pode ser fabricado em boas condições técnico-económicas utilizando as tecnologias e processos de fabrico disponíveis, ou disponibilizáveis, na empresa e, preferencialmente, os equipamentos nela existentes.
- Nos resultados do teste tendo eventualmente de rever o projecto, introduzindo as alterações que considera convenientes e discutindo com a Engenharia de Processo e os responsáveis da Produção a sua viabilidade técnica e económica. Saliente-se uma vez mais que, frequentemente, os responsáveis da Produção fornecem ideias e sugestões muito interessantes, fundamentalmente baseadas na sua experiência prática que permitem racionalizar a produção, promover um maior equilíbrio na actividade dos postos de trabalho e proporcionar uma gestão mais eficaz.

Refira-se, ainda que, na actividade da engenharia de Produto, os seus responsáveis devem manter uma relação funcional muito estreita com o departamento da Qualidade concretizada através de uma eficaz comunicação que promova a definição da qualidade adequada ao produto e ao segmento de consumo a que se dirige, definição esta que envolve também a definição da qualidade e características técnicas que os materiais e componentes que intervêm no fabrico e montagem do produto devem possuir e das tolerâncias aceitáveis tanto para estes como para o produto.

Finalmente, saliente-se que para a função Qualidade exercer cabalmente as referidas tarefas deverá contactar frequentemente e de forma pormenorizada com o mercado para analisar as necessidades e desejos dos potenciais consumidores, os fins a que dedicam os produtos e a forma como os utilizam, as normais condições de operação e conservação e as suas perspectivas de durabilidade. Devem igualmente analisar a qualidade e características dos produtos da concorrência, para poderem definir uma qualidade adequada ao segmento de mercado que se quer prioritariamente atingir e que apresente vantagens comparativas relativamente á concorrência. Assim a Engenharia de Produto, determinados os segmentos a atingir e definido ou redefinido o produto, deverá elaborar:

- Os projectos de conjunto e de pormenor devidamente cotados.
- As listas de peças e componentes, com a indicação dos desenhos e normas técnicas a que têm de obedecer e dos materiais a aplicarem bem como a indicação das respectivas normas e especificações técnicas a que devem obedecer.
- As fichas técnicas de cada produto.

### 5.3. A Engenharia de Processo

A Engenharia de Processo, que, como anteriormente referido, é também correntemente designada por preparação do trabalho e por Métodos, movimentos e tempos de trabalho, tem como objectivo promover a racionalização da produção definindo, para cada produto a fabricar ou obra a executar, o mais económico equilíbrio entre(Dashofer, 2006):

- Tipos de materiais e componentes a utilizar e as quantidades a consumir.
- Tempos standards de fabrico (tempos/máquina e tempos/homem) ou de serviços a adquirir a empresas terceiras.

Para alcançar esse objectivo, é necessário estudar objectiva e pormenorizadamente:

- Os materiais e componentes que devem ser utilizados ( os quais têm de obedecer às normas e especificações técnicas definidas pela Engenharia de Produto e pela função Qualidade) e as quantidades efectivamente necessárias por unidade de produto a fabricar.
- As tecnologias, os processos de fabrico e os métodos de operação mais racionais a serem utilizados.
- Os equipamentos, ferramentas e outros meios de produção mais convenientes para as operações a serem realizadas.
- A mais correcta implementação desses equipamentos, e outros meios de produção, bem como dos postos de trabalho.
- O processo mais racional de movimentação dos materiais e componentes dos produtos em curso de fabrico e fabricados pelos trabalhadores.

A sua acção deve desenvolver-se através:

- Da inventariação de todos os tipos de materiais e componentes que a empresa pode adquirir, no mercado interno ou no exterior, e que obedecem às normas e especificações técnicas definidas conjuntamente pela Engenharia de Produto e pela função Qualidade, solicitando ao serviço de aprovisionamento que verifique o custo da mercadoria colocada nos armazéns da empresa.
- Do estudo do melhor aproveitamento de cada tipo de material e componente e determinação do seu custo por unidade de produto a fabricar.
- Da definição de todas as operações necessárias ao fabrico de cada produto, escolhendo com objectividade e rigor as tecnologias e/ou os processos de fabrico, bem como os equipamentos, ferramentas, dispositivos e outros meios de produção a utilizar, preferencialmente os existentes na empresa, com capacidade disponível e que permitam o racional fabrico dos produtos.
- Da análise objectiva e crítica de todas as tarefas elementares que constituem cada operação de fabrico estudando pormenorizadamente a simplificação daquelas tarefas e a forma mais correcta e económica de serem executadas.

- Da determinação dos tempos efectivamente necessários para a correcta execução daquelas tarefas, com rigor e espírito prático, nunca esquecendo que é absolutamente necessário não exigir exagerados esforços físicos, mentais e psíquicos a cada trabalhador.
- Da definição por posto de trabalho das dimensões e da disposição mais conveniente para se conseguir racionalizar a realização das operações de alimentação quer de materiais quer de produtos em curso a intervirem na operação de fabrico a realizar nesse posto, bem como para a execução e a evacuação dos produtos em curso de fabrico ou fabricados.
- Do estudo pormenorizado e criterioso de cada posto de trabalho com o objectivo de:
  - Definir a ergonomia do posto de trabalho. Esta definição é efectuada primeiramente através do estudo objectivo e rigoroso das características técnicas e funcionais que o posto deve possuir para melhor se adaptar às operações que nele vão ser efectuadas, minimizando os esforços dos trabalhadores e a probabilidade de ocorrência de defeitos de operação e de acidentes de trabalho. Seguidamente, definindo e promovendo a formação conveniente dos trabalhadores informação para melhor se adaptarem ao posto de trabalho e mais eficazmente executarem as suas tarefas.
  - Promover a distribuição equilibrada do esforço a desenvolver por cada trabalhador mantendo esses esforços dentro dos limites perfeitamente aceitáveis, conseguindo-se uma produtividade o mais elevada possível.
- Da determinação dos tempos *standard*, por equipamento e por posto de trabalho, e das correctas dotações em meios humanos.
- Da análise das capacidades produtivas dos vários postos de trabalho, verificando se existe entre eles um equilíbrio aceitável. Caso tal não se verifique, devem ser definidas as medidas a desenvolver, as quais podem passar por duplicar ou reforçar postos de trabalho.
- Da definição mais racional no que respeita a implementação dos postos de trabalho e da mais correcta movimentação dos materiais e componentes, dos produtos em curso de fabrico, dos produtos fabricados e dos trabalhadores. Esta definição deve basear-se num estudo pormenorizado.
- Do estudo da influência da utilização de cada material ou componente alternativo na produtividade de cada posto de trabalho, com o objectivo de propor à Engenharia de Produto:
  - A utilização de materiais ou componentes diferentes, mas cujas normas e outras especificações técnicas sejam idênticas ou muito semelhantes às previamente definidas.
  - Ligeiras alterações de cotas ou tolerâncias não críticas, que tenham como objectivo simplificar as operações de fabrico, permitir a utilização de tecnologias ou processo de fabrico mais económicos, melhorar a produtividade

dos equipamentos, da mão-de-obra ou de outros factores produtivos e ainda de promover um melhor equilíbrio de capacidades entre postos de trabalho.

- Da definição da dimensão mais racional dos lotes de fabrico, minimizando os custos unitários de produção tendo em consideração que, quanto maior for a dimensão do lote maiores são os custos em que se incorre, devido ao correspondente aumento da quantidade de produtos em curso de fabrico e fabricados, mas menores os custos a imputar a cada unidade fabricada, decorrentes dos tempos de preparação dos equipamentos ou dos postos de trabalho, isto é, das operações necessárias para preparar os equipamentos ou postos de trabalho para as operações tais como limpeza dos postos de trabalho, colocação, ajuste e experimentação das ferramentas a utilizar, etc., já que os custos das operações e dos tempos necessários de improdutividade dos equipamentos e postos de trabalho serão repartidos por um maior número de operações efectuadas. Com efeito se os custos de preparação de um posto de trabalho para a realização de uma determinada operação for de 100,00 € e se se definir um lote de 200 peças a distribuição daquele montante por cada peça fabricada é de 0,50 €, se o lote for de 500 peças a cada peça fabricada será imputado 0,20 €.

Para desenvolver a sua acção a Engenharia de Processo serve-se essencialmente do conhecimento profundo objectivo e pormenorizado dos seguintes itens:

- Do projecto definido pela Engenharia de Produto.
- Das tecnologias e processos de fabrico acessíveis à empresa (e normalmente por ela utilizadas) e, eventualmente, daquelas a que poderá a curto prazo aceder economicamente.
- Dos equipamentos existentes na empresa, em bom estado técnico-económico e com capacidade disponível.
- Do conhecimento e selecção dos tipos de materiais e componentes disponíveis no mercado interno ou em mercados terceiros e dos seus custos à entrada nos armazéns da empresa.
- Das capacidades quantitativas e qualitativas da mão-de-obra existente e da sua potencialidade de evolução, com base nas convenientes acções de informação, formação e motivação.

Para desenvolvimento da sua acção, a Engenharia de Processo utiliza frequentemente, os seguintes documentos:

- I. Gráficos de análise das operações.
- II. Gráficos de análise dos postos de trabalho
- III. Registos de alterações
- IV. Listas de materiais e componentes
- V. Folhas de tempos por máquina e por posto de trabalho.

## 5.4. O Planeamento e Controlo da Produção

Tudo quanto até agora se referiu é considerado essencial, mas não suficiente já que temos o Planeamento e Controlo como área vital no bom funcionamento de uma empresa.

Um outro aspecto igualmente fundamental é a elaboração objectiva do planeamento e controlo da produção, com os seguintes objectivos (Courtois, 2007):

- Verificar se existe capacidade suficiente para se poder realizar, a custos convenientes, as solicitações do serviço de vendas, tanto nas quantidades a fabricar como nos prazos de entrega solicitados e, caso necessário, discutir com o responsável daquele serviço a possibilidade de alterar a dimensão ou composição do conjunto a fabricar e a necessidade de alterar algumas datas de entrega se assim for necessário.
- Definir, objectiva e criteriosamente, as acções necessárias para o cumprimento das condições acordadas com o serviço de vendas e promover o correcto e atempado desenvolvimento daquelas acções.
- Definir e promover o mais correcto equilíbrio de cargas entre todos os sectores de fabrico.
- Promover que o fluxo da produção se desenvolva da forma mais correcta e que não se verifiquem rupturas no fabrico.
- Desenvolver todas as acções conducentes á racionalização dos custos de produção entre as quais se salientam:

Acções que promovam o aumento de produtividade dos factores produtivos, nomeadamente, mão-de-obra, materiais e energia, e minimizam os tempos improdutos.

A análise dos horários de trabalho mais convenientes para cada posto de trabalho e a sua correcta implementação.

A definição do mais justo equilíbrio das cargas de trabalho, por equipamento e por posto de trabalho.

Acções que permitam minimizar as interrupções do fabrico, devido a avaria de equipamentos, a problemas de qualidade dos materiais e componentes e a erros de execução, assim como a reduzir ao mínimo as consequências das que não conseguirem evitar.

O desenvolvimento de rigorosos programas de fabrico que proporcionem a racionalização das quantidades de produtos em curso de fabrico e dos *stocks* de materiais de componentes e de produtos fabricados e os respectivos custos.

- Efectuar o controlo sistemático dos desvios entre o programado e o realizado, e desenvolver a análise objectiva e crítica das suas causas, com o objectivo de efectuar, promover e/ou colaborar na implementação das acções correctivas mais efectivas.
- Analisar, com os serviços de manutenção e de produção, as alturas mais convenientes para se efectuar as acções de manutenção preventiva.

- Promover, após judicioso estudo, ou colaborar com os serviços de produção, a proposta de subcontratação de operações produtivas ou a aquisição de novos equipamentos, dispositivos ou ferramentas.

Para desenvolver a sua acção, o planeamento e controlo da produção necessita das seguintes informações de outros serviços:

- Programas das vendas, referindo os respectivos prazos ou datas de entrega.
- Um caderno de fabricação para os produtos a fabricar.
- Volume de materiais e componentes em *stock*, não comprometidos, bem como previsões de entradas de novos lotes com as respectivas estimativas de datas de chegada.
- Número de trabalhadores activos em cada secção de fabrico, distribuídos por categorias profissionais e níveis de qualificação.
- Programas ou previsões de evoluções quantitativas e qualitativas da mão-de-obra.
- Listagem dos equipamentos, dispositivos, ferramentas e utensílios existentes e informação das suas capacidades quantitativas e qualitativas, flexibilidade e estado de conservação.
- Frequência da necessidade de paragem dos equipamentos, dos dispositivos, das ferramentas e dos utensílios para se efectuar a conservação, e respectivo prazo de execução.
- Alterações de objectivos ou políticas que tenham implicação nas actividades produtivas.

## 6. CONCLUSÃO

O trabalho desenvolvido ao longo do estágio na INOVEPLASTIKA foi sem dúvida uma experiência muito importante para a minha profissionalização, permitindo-me desempenhar um papel preponderante na formação técnica dos operadores das injectoras assim como nas linhas de produção. O facto de ter assistido ao crescimento da INOVEPLASTIKA e ter contribuído para a formação dos colaboradores da empresa foi sem dúvida um facto do qual me sinto orgulhoso.

De salientar também que várias vezes os processos tiveram que ser alterados e ajustados aos momentos que a empresa atravessava, o que só pode acontecer mediante uma flexibilidade e disponibilidade de todos os agentes envolvidos neste projecto. Pude constatar que se formou uma equipa muito homogénea e que existe a cooperação entre todos os sectores da empresa, sobressaindo a comunicação existente entre o grupo de trabalho.

Queria também referir que todo este desenvolvimento se deve a uma grande capacidade industrial do Engenheiro João Pedro Martins que sempre me mostrou as técnicas de liderança e de envolvimento empresarial. Como quadros técnicos temos que mostrar uma atitude activa no trabalho para que as pessoas que estão a ser orientadas pelos quadros técnicos sintam que quem os lidera é competente e tem a capacidade de esforço para contribuir para o crescimento da empresa.

Por último, refira-se que a realização deste estágio deu-me a possibilidade de integrar os quadros da INOVEPLASTIKA.

## 7.BIBLIOGRAFIA

Barnes, Ralph M., Estudo de Movimentos e de Tempos, Tradução da 6ª ed. Americana, Editora Edgard Blucher Ltda, 2004.

Cabral, José Paulo S., Organização e Gestão da Manutenção, 6ª ed., Lidel, Outubro 2006.

Catálogos de Injectoras recolhidas na Expo-salão da Batalha 2008.

Certificados de Qualidade de Matérias-primas de Fornecedores, 2008.

Courtois, Alain; Pillet, Maurice; Martin-Bonnefous, C., Gestão da Produção, 5ª ed., Lidel, Abril 2007.

Dashofer, V., Como Optimizar a Produção na Sua Empresa, ed. Profissionais, Lda 2006.

Denton; Glanvill, Injection Molding Machines, 2004.

Gonçalves, José F., Gestão de Aprovisionamentos, 2ª Ed., Publindustria, 2006.

Guia del inyector – Bayer 2007.

Guia del inyector – Lanxess 2004

Injection Mould – faults, causes, remedies – Bayer, 2004.

Lati, Guide to Surface Defects on Thermoplastics Injection Molded Parts, 2005.

Pousada, Antonio S.; Bernardo, Carlos A., Introdução à Engenharia dos Polímeros, 1997.