



Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto

## ***Projeto de um molde de injeção***

**Paula Alexandra da Cruz Saraiva**

Leiria, 29 de *Setembro* de 2016

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*



Relatório de Estágio

Mestrado em Engenharia da Conceção e Desenvolvimento do Produto

## ***Projeto de um molde de injeção***

**Paula Alexandra da Cruz Saraiva**

Dissertação de Mestrado realizada sob a orientação do Doutor Fábio Simões,  
Professor da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria,

Leiria, *29 de Setembro* de 2016.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Dedicatória

---

*Ao meu querido marido.*

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Agradecimentos

---

Ao professor Doutor Fábio Simões por toda a ajuda, disponibilidade e sugestões.

Ao Sr. Jorge Cadete por toda a paciência, conselhos e sábias sugestões.

A toda a minha família e amigos que me incentivaram a nunca desistir.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Resumo

---

O presente relatório teve como base o estágio num gabinete de projeto de moldes Jorge Cadete Unipessoal Lda. onde foi projetado um molde para a injeção de uma peça de plástico no material ABS/PC para a indústria automóvel, segundo os requisitos e especificações técnicas exigidas pelo cliente cujo processo será analisado no presente trabalho.

Assim, e tendo como base os requisitos e especificações técnicas avançadas pelo cliente foi planeado e elaborado o projeto do respetivo molde para a injeção, tendo em consideração todos os fatores que contribuem de forma ativa para a obtenção das peças projetadas, com a qualidade exigida e com o tempo de vida desejado para o molde.

O trabalho acompanhou todo o processo de criação e desenvolvimento do molde desde a receção das especificações emanadas pelo cliente, até ao teste e realização das possíveis correções e ajustes finais.

Constatou-se que o molde, após ligeira afinação, cumpriu com os objetivos inicialmente traçados, permitindo a obtenção de peças com o formato e qualidade exigidas pelo cliente final.

**Palavras-chave:** polímeros, injeção, moldes, projeto, conceção e desenvolvimento.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Abstract

---

The report is based on an internship in the mould design office, Jorge Cadete Unipessoal Lda, where a mould for the injection of a plastic part made of ABS / PC for the automotive industry was designed, in accordance with the requisites and technical specifications demanded by the customer, this process being analysed in the present study.

In this way and based on the requisites and the technical specifications provided by the customer, the design of the respective mould for the injection was planned and developed, bearing in mind all the factors which actively contribute to obtaining the designed parts, with the required level of quality and the desired life expectancy for the mould.

The work accompanied the whole process of the creation and development of the mould from the reception of the customer's specifications to the mould tryout and the carrying out of the possible corrections and final adjustments.

It was verified that the mould, after a little fine tuning, fulfilled the initially defined objectives, enabling the production of parts with the format and quality demanded by the final customer.

**Keywords:** polymers, injection, moulds, design, concept and development.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Lista de figuras

---

FIGURA 1 - CLASSIFICAÇÃO DOS POLÍMEROS SINTÉTICOS DE ACORDO COM A SUA ESTRUTURA MOLECULAR. (DEMAR, 2010).....	7
FIGURA 2 - ESQUAÇÃO DE MARK-HOUWINK .....	10
FIGURA 3 - EQUAÇÃO LEI DE HOOKE.....	12
FIGURA 4 - EQUAÇÃO LEI DE NEWTON .....	12
FIGURA 5 – CURVA TENSÃO-DEFORMAÇÃO .....	13
FIGURA 6 - CICLO DE MOLDAGEM POR INJEÇÃO (CUNHA, 2003).....	14
FIGURA 7 – FECHO DO MOLDE E INJEÇÃO DO PLÁSTICO .....	15
FIGURA 8– PRESSURIZAÇÃO .....	15
FIGURA 9 – PLASTICIZAÇÃO E ARREFECIMENTO .....	15
FIGURA 10 – ABERTURA E EXTRAÇÃO DA PEÇA .....	16
FIGURA 11 - ESQUEMA DE UMA MÁQUINA DE INJETAR DE PARAFUSO.....	17
FIGURA 12 – VISUALIZAÇÃO DA DOSAGEM, ALMOFADA E INICIO DA 2ª PRESSÃO (PEÇAS, ALMEIDA, & HENRIQUES, 2003).....	20
FIGURA 13 - FASES DO PREENCHIMENTO DA CAVIDADE DO MOLDE.....	21
FIGURA 14 – CAMADA SOLIDIFICADA NAS PAREDES DO MOLDE .....	22
FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DA TAXA DE CORTE .....	24
FIGURA 16 – ORIENTAÇÃO MOLECULAR AO LONGO DA ESPESSURA DA PEÇA .....	24
FIGURA 17 – EVOLUÇÃO DA PRESSÃO NO INTERIOR DA CAVIDADE DO MOLDE (SHOEMAKER, 2006).....	26
FIGURA 18 – EQUAÇÃO BASEADA NA LEI DE HAGEN POISEUILLE.....	27
FIGURA 19 – FATORES QUE INFLUENCIAM A PRESSÃO DE INJEÇÃO (SHOEMAKER, 2006).....	27
FIGURA 20 - MÁQUINA DE INJEÇÃO (FORNECIDA PELO CLIENTE) .....	28
FIGURA 21 - EXEMPLO DE UM MOLDE MANUAL DO PROJETISTA. ....	29
FIGURA 22- GITO E CANAIS DE ALIMENTAÇÃO ESQUEMA EXEMPLO. ....	30
FIGURA 23 – ESTRUTURA GENÉRICA DE UM MOLDE PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS .....	31
FIGURA 24 - PLACA DE CAVIDADES .....	32
FIGURA 25 – PLACA DAS BUCHAS.....	32
FIGURA 26– ESQUEMA DE EXECUÇÃO DE PROJETO SEGUNDO A NORMA DA JORGE CADETE UNIPESSOAL, INSTRUÇÃO DE TRABALHO 10.6-3. ....	35
FIGURA 27 - PEÇA EXEMPLO DO MOLDE A PROJETAR ENVIADA PELO CLIENTE, PEÇA PARA INDUSTRIA AUTOMÓVEL.....	43
FIGURA 28 - EXEMPLOS DE SAÍDA CORRETAS E INCORRETAS NA DESMOLDAÇÃO .....	46
FIGURA 29 – ANÁLISE DE ÂNGULOS DE SAÍDAS E ZONAS NEGATIVAS NO ARTIGO .....	47
FIGURA 30 – DEFINIÇÃO DOS MOVIMENTOS E SUAS DIREÇÕES DE DESMOLDAÇÃO POR CORES. ....	47
FIGURA 31 - DEFINIÇÃO DE BUCHA, A VERDE. ....	48

FIGURA 32 – DEFINIÇÃO DE CAVIDADE A COR-DE-ROSA.....	48
FIGURA 33 - DIMENSIONAMENTO DOS ARTIGOS, LINHA DE JUNTA COM AS COLUNAS MÁQUINA DE INJEÇÃO .....	49
FIGURA 34 - ESTRUTURA, CHAPAS PRINCIPAIS DO MOLDE.....	52
FIGURA 35 - GUIAS PRINCIPAIS DO MOLDE, COMPONENTE Nº 16 .....	56
FIGURA 36 - GUIA DE 2 CORPOS .....	57
FIGURA 37 - GUIA DE 1 CORPO COM OU SEM SULCOS DE LUBRIFICAÇÃO.....	57
FIGURA 38 - CORTE NAS GUIAS E CASQUILHOS, E TOLERÂNCIAS DE FUNCIONAMENTO.....	57
FIGURA 39 - CASQUILHO DA GUIA PRINCIPAL. ....	58
FIGURA 40 - GUIAS DA EXTRAÇÃO, COMPONENTE Nº 23 .....	59
FIGURA 41 - CASQUILHOS DA EXTRAÇÃO, COMPONENTE Nº 29.....	59
FIGURA 42 - SUPORTE DE PILAR, COMPONENTE Nº 12 .....	60
FIGURA 43 – ANEL. FORA DE STANDARD, COMPONENTE Nº 32 E 032ª .....	61
FIGURA 44 - EXEMPLOS DO PARAFUSO DE CABEÇA CILÍNDRICA.....	61
FIGURA 45 - EXEMPLOS DE PARAFUSOS DE CABEÇA DE EMBUTIR.....	61
FIGURA 46 - SISTEMA DE INJEÇÃO .....	62
FIGURA 47 – CORTE NO SISTEMA DE INJEÇÃO IMPLEMENTADO NO MOLDE. ....	63
FIGURA 48 - VISTA ISOMÉTRICA E FRONTAL DA EXTRAÇÃO DO MOLDE E SEUS COMPONENTES, EXTRATORES, CALÇOS, CHAPAS EXTRATORAS, PERNOS DE RETORNO, FIXAÇÕES, E ANEL DE CENTRAGEM DA EXTRAÇÃO. ....	67
FIGURA 49 - CORTE NAS GUIAS E CASQUILHOS DA EXTRAÇÃO.....	67
FIGURA 50 – ABERTURA DO MOLDE .....	68
FIGURA 51 - CAVIDADES (1+1) E ZONA MOLDANTE A AMARELO .....	69
FIGURA 52 - BUCHAS (1+1) E ZONAS A MOLDAR .....	69
FIGURA 53 - PORMENOR DOS RASGOS.....	70
FIGURA 54 - CONJUNTO DOS ELEMENTOS MÓVEIS, ONDE PODEMOS VERIFICAR A NUMERAÇÃO ATRIBUÍDA A CADA MOVIMENTO. ....	71
FIGURA 55 - EXEMPLO DE BOLACHAS .....	71
FIGURA 56 - FÓRMULA PARA DETERMINAR O COMPRIMENTO DA GUIA .....	72
FIGURA 57 - LADO DA EXTRAÇÃO DO MOLDE COM OS COMPONENTES MÓVEIS. ....	73
FIGURA 58 - LADO FIXO, OU LADO DA INJEÇÃO. ....	73
FIGURA 59 - VISTA ISOMÉTRICA DO MOVIMENTO 080 .....	73
FIGURA 60 - CORTE NA GUIA INCLINADA.....	74
FIGURA 61 - CORTE NO SLIDE RETAINER.....	75
FIGURA 62 - VISTA ISOMÉTRICA DO MOVIMENTO 081 .....	75
FIGURA 63 - CORTE NA GUIA DO MOVIMENTO 081 .....	76
FIGURA 64 - VISTA ISOMÉTRICA DO MOVIMENTO 082 .....	76
FIGURA 65 - CORTE NA GUIA PRISMÁTICA DO MOVIMENTO Nº 18.....	77

FIGURA 66 - COMPONENTES DO MOVIMENTO 82 .....	78
FIGURA 67 - CORTE NA GUIA INCLINADA DE MOVIMENTO 82 .....	78
FIGURA 68 - CORTE NA GUIA INCLINADA DO MOVIMENTO 83-1 .....	79
FIGURA 69 - VISTA ISOMÉTRICA DO MOVIMENTO 83.....	79
FIGURA 70 - FIXAÇÃO DAS BARRAS DE AJUSTE .....	80
FIGURA 71 - EXEMPLO DE BALANCÉ.....	80
FIGURA 72 - HASTE LOCKADA POR CAVILHA.....	81
FIGURA 73 - PERNO ROSCADO .....	81
FIGURA 74 - HASTES ROSCADAS.....	81
FIGURA 75 – CORTE NA HASTE DO BALANCÉ .....	82
FIGURA 76 – CARROS DE BALANCÉ .....	82
FIGURA 77 - CURSO DO BALANCE .....	84
FIGURA 78 - MONTAGEM DOS BALANCÉS .....	84
FIGURA 79 - IDENTIFICAÇÃO DA ZONA NEGATIVA, ONDE NECESSITA DE BALANCÉ.....	85
FIGURA 80 - PORMENOR DA LOCALIZAÇÃO DO BALANCÉ, E INDICAÇÃO DA LINHA DE CORTE A.A, A VERMELHO.....	85
FIGURA 81 - POSIÇÃO INICIAL DO BALANCÉ CORTE A-A .....	86
FIGURA 82 - POSIÇÃO DE DESMOLDAÇÃO DO ARTIGO.....	87
FIGURA 83 - MONTAGEM DOS BALANCÉS NA BUCHA, COM OS CASQUILHOS DE GUIAMENTO E OS CARRINHOS E RESPECTIVAS FIXAÇÕES. ....	87
FIGURA 84 - CORTE DO BALANCÉ E COMPONENTES DO BALANCÉ.....	88
FIGURA 85 - CIRCUITOS DE REFRIGERAÇÃO .....	90
FIGURA 86 - DISTANCIAS E DIÂMETROS DAS ÁREAS.....	90
FIGURA 87 - O PRIMEIRO ESBOÇO DO CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO.....	91
FIGURA 88 - COMPONENTES DE REFRIGERAÇÃO (HASCO E STAUBLI ) ESPECIFICAÇÃO DO CLIENTE. ....	92
FIGURA 89 - ROSCAS DOS TAMPÕES.....	93
FIGURA 90 - RECORDS .....	93
FIGURA 91 - ORING E VEDANTES.....	94
FIGURA 92 - CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO.....	95
FIGURA 93 - EXEMPLO DE ALTERAÇÃO DO CIRCUITO DE REFRIGERAÇÃO.....	95
FIGURA 94 - CHAPA 002 COM O SISTEMA DE ARREFECIMENTO, E CAVIDADES INSERIDAS NA CHAPA LADO DA INJEÇÃO.....	96
FIGURA 95 - CHAPA 003 COM O SISTEMA DE ARREFECIMENTO, E BUCHA INSERIDAS NA CHAPA LADO DA EXTRAÇÃO.....	96
FIGURA 96 - CARBURADOR DE LIGAÇÃO DAS ÁGUAS .....	97
FIGURA 97 - EXTRATORES INSERIDOS NO ARTIGO .....	98
FIGURA 98 - POSICIONAMENTO DOS EXTRATORES .....	99
FIGURA 99 - EXTRATORES STANDARD E FURAÇÕES.....	100

FIGURA 100 - CORTE NOS PERNOS DE RETORNO .....	101
FIGURA 101 - EXTRAÇÃO E SUPORTES DE PILAR.....	101
FIGURA 102 - BOTÃO DE ENCOSTO.....	101
FIGURA 103 - EXTRAÇÃO DA INJEÇÃO .....	102
FIGURA 104 - MICRO EUCHNER .....	103
FIGURA 105 - HASTES EXTRATORES, LADO DA INJEÇÃO DO MOLDE.....	106
FIGURA 106 - BARRAS EXTRATORAS .....	106
FIGURA 107 - DATADORES USADOS NO MOLDE, MARCA OPITZ .....	107
FIGURA 108 – MAQUINA DE INJECCÃO USADA NO MOLDE .....	113
FIGURA 109 – INSERÇÃO DO MATERIAL NA TREMONHA DA MÁQUINA .....	113
FIGURA 110 – MOLDE MONTADO NA MÁQUINA DE INJECCÃO .....	113
FIGURA 111 – PAINEL DA MÁQUINA DE INJECCÃO.....	114
FIGURA 112 - LADO MÓVEL DO MOLDE LIGAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO .....	114
FIGURA 113 - LADO FIXO DO MOLDE E LIGAÇÕES DE REFRIGERAÇÃO .....	114
FIGURA 114 - SISTEMA DE CONTROLO DAS TEMPERATURAS DE FUNCIONAMENTO DO MOLDE.....	115
FIGURA 115 – PRIMEIRA PEÇA OBTIDA.....	115
FIGURA 116 – EXTRAÇÃO AVANÇADA.....	115
FIGURA 117 - EXTRAÇÃO DO LADO DA INJEÇÃO ACIONADA. ....	116
FIGURA 118 – PEÇA OBTIDA E RETIRADA MANUALMENTE .....	116
FIGURA 119 - PEÇA PRETENDIDA COM OS RESULTADOS ESPERADOS.....	116

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Lista de tabelas

---

TABELA 1 – TIPOS DE MOLDES .....	33
TABELA 2 - FASES DE FABRICO DE MOLDE (JORGE CADETE).....	40
TABELA 3 - DESCRIÇÃO DAS CHAPAS (VER TAMBÉM TABELAS EM ANEXO (TABELAS AUXILIARES)) .....	40
TABELA 4 – COMPONENTES DO MOLDE .....	54
TABELA 5 - DIMENSÃO TÍPICA DAS SAÍDAS DE GASES PARA CADA TIPO DE POLÍMERO A INJETAR (MOLDES INJEÇÃO PLÁSTICOS).....	67
TABELA 6 – ROSCAS NPT      TABELA 7 – ROSCA BSPT.....	92
TABELA 8 – DIMENSÕES DOS RECORDS HASCO .....	94
TABELA 9 - RECORDS STANDARD USADOS NO MOLDE.....	105
TABELA 10 – CHECKLIST PARA DESENHO FINAL.....	110
TABELA 11 – PALETE DE CORES.....	111
TABELA 12 - ALTERAÇÃO DA PALETE DE CORES.....	112

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Índice

---

Dedicatória.....	iii
Agradecimentos .....	v
Resumo .....	vii
Abstract.....	ix
Lista de figuras .....	xi
Lista de tabelas.....	xvi
Índice .....	xix
<b>1. Introdução .....</b>	<b>1</b>
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Relação com o cliente .....	3
1.3. Metodologia.....	3
1.4. Estrutura .....	4
<b>2. Polímeros e Processamento .....</b>	<b>4</b>
2.1. A importância dos polímeros na indústria automóvel .....	4
2.2. Polímeros .....	5
2.3. Síntese histórica: .....	6
2.4. Classificação dos polímeros:.....	6
2.5. Propriedades gerais dos polímeros termoplásticos: .....	8
2.6. Classificação dos polímeros quanto à sua estrutura: .....	9
2.7. Comportamento reológico: .....	10
2.8. Comportamento mecânico dos polímeros termoplásticos:.....	12
2.9. Processamento de polímeros: .....	13
2.10. A moldagem por injeção: .....	13
2.11. O ciclo de moldagem por injeção:.....	14
2.12. Ciclos de moldagem: .....	16
2.13. Máquina de injetar parafuso: .....	17
2.14. Parâmetros de injeção: .....	18
2.15. Parâmetros operatórios do processo de moldagem por injeção: .....	19
2.16. Preenchimento da cavidade do molde:.....	21

2.17. Escoamento do polímero durante a fase de enchimento:.....	22
2.18. Tensão de corte do fluxo:.....	23
2.19. Compressibilidade do fundido: .....	25
2.20. Defeitos de moldagem:.....	25
2.21. Influência dos principais parâmetros de injeção na qualidade da moldagem: .....	25
2.22. Pressão de injeção:.....	26
2.23. Fatores que influenciam a pressão de injeção:.....	26
<b>3. Moldes de Injeção: .....</b>	<b>29</b>
3.1. Processo produtivo de um molde:.....	34
3.2. Fases de fabrico de um molde:.....	39
<b>4.Trabalhos Desenvolvidos:.....</b>	<b>41</b>
4.1. Apresentação do gabinete de projeto (Jorge Cadete Unipessoal, Lda.) .....	41
4.2. Caso de estudo:.....	43
4.3. Anteprojeto do molde: .....	43
4.4. Contração da peça:.....	45
4.5. Ângulos de saída: .....	45
4.6. A definição da linha de junta e movimentos auxiliares: .....	46
4.7. Dimensionar o molde: .....	48
4.8. Materiais do molde: .....	49
4.9. Seleção dos materiais para as diferentes zonas do molde: .....	50
4.10. Seleção de componentes standards: .....	51
4.11. Estrutura:.....	52
4.12. Sistema de guiamento (guias principais do molde): .....	56
4.13. Guiamento e ajuste (extração):.....	58
4.14. Normalização das fixações do molde:.....	61
4.15. Sistema de injeção do molde (Merkel): .....	62
4.16. Sistemas de alimentação tipos de injeção:.....	64
4.17. Entrada ou ponto de injeção: .....	65
4.17. Saída de gases: .....	66
4.18. Chapas extratoras:.....	67
4.19. Requisitos para os componentes mecânicos:.....	68
4.20. Elementos móveis: .....	70
4.21. Barras de deslize e chapas de ajuste:.....	79
4.22. Balancés:.....	80

4.23. Balancés com hastes redondas: .....	81
4.24. Guiamento das hastes:.....	81
4.25. Carros dos balancés: .....	82
4.26. Sistema de refrigeração do molde: .....	88
4.27. Distâncias e diâmetros dos furos: .....	90
4.28. Elementos de refrigeração: .....	92
4.29. Ligações de águas: .....	93
4.30. Vedantes: .....	94
4.31. Postiços para interrupção e/ou desvio de circuitos de refrigeração: .....	94
4.32. Extração: .....	97
4.33. Extratores tubulares: .....	100
4.34. Pernos de retorno e botões de encosto: .....	100
4.35. Botões de encosto: .....	101
4.36. Extração do lado a injeção acionada por cilindro hidráulicos: .....	102
4.37. Sensores de posição e micro-switch .....	103
4.38. Cilindros hidráulicos:.....	103
4.39. Acionamento hidráulico:.....	103
4.40. Entradas e saídas de óleos: .....	104
4.41. Hastes extratoras:.....	105
4.42. Datadores:.....	107
4.43. Lista de verificação do projetos de moldes: .....	108
4.44. Preparação para a produção. ....	111
4.44.1. Encomenda de matérias.....	111
4.44.2. Palete de cores .....	111
4.45. Ensaio do molde na máquina de injeção .....	112
5. Conclusão: .....	118
Bibliografia .....	120
Anexos .....	123



*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*



# 1. Introdução

---

A indústria automóvel é um dos sectores mais exigentes em termos de qualidade e produtividade no sector da produção metalomecânica, tendo sido precursora no desenvolvimento e introdução de inúmeras tecnologias de produção e sistemas de gestão.

O desenvolvimento de componentes para a indústria automóvel faz-se, normalmente, envolvendo o cliente principal – marca automóvel que detém as linhas de montagem – e os produtores de peças, estando estes ainda hierarquizados em diferentes níveis, em função dos níveis de qualidade para os quais estão certificados e importância dos produtos fabricados. A interação entre estes intervenientes é uma constante, procurando satisfazer os desejos e necessidades do projeto com os meios envolvidos no fabrico, garantia de qualidade e correspondentes custos.

Devido ao seu baixo peso específico, facilidade de transformação e possibilidade de obtenção de peças de geometria complexa com apenas uma operação de fabrico, os polímeros ganharam, durante as últimas décadas, um papel de relevo na indústria automóvel. Associada à indústria de produção de peças injetadas, está, invariavelmente, a indústria de moldes, que possui uma larga tradição no nosso país, com qualidade reconhecida internacionalmente há várias décadas.

Desde o empirismo de outrora, até ao estudo mais técnico e científico da atualidade, o projeto e fabricação de moldes tem conhecido um interessante desenvolvimento, permitindo chegar às soluções finais de uma forma mais célere e com uma maior qualidade. A injeção de plásticos técnicos e, em certos casos, de quantidades apreciáveis de fibras curtas de vidro juntamente com o polímero, têm também imposto novos requisitos aos materiais em que os moldes são realizados, tentando maximizar a sua vida útil e minimizar as intervenções para manutenção. Por outro lado, a complexidade de formas exigida pelo projetista das peças leva a que haja necessidade de um maior engenho por parte de quem projeta os moldes, que passam pela texturização de superfícies e pela conjugação de movimentos dentro do molde, durante o ciclo de injeção do produto.

## 1.1. Objetivos

---

Este trabalho tem como objetivo principal proceder ao projeto de um molde para a injeção de uma peça para a indústria automóvel, que obedeça aos seguintes requisitos:

- Assegure eficazmente as dimensões requeridas para a peça;
- Assegure os altos índices de qualidade requeridos à superfície da peça;
- Minimize o impacto das linhas de junção do plástico, caso o molde seja provido de vários canais de alimentação;
- Minimize o tempo de ciclo de injeção do produto;
- Assegure a possibilidade de utilização do molde em determinadas máquinas de injeção, através de um correto dimensionamento das suas Chapas-base;
- Cumpra todos os outros requisitos especificados pelo cliente final;
- Esteja otimizado em termos de funcionamento;
- Maximize o tempo de vida do molde e minimize as sempre necessárias intervenções de manutenção.

Para a prossecução dos objetivos anteriormente referidos, tornar-se-á necessário:

- Proceder à correta seleção de materiais para as diferentes zonas do molde;
- Proceder ao desenho do molde, com o correspondente estudo dos movimentos necessários;
- Proceder ao estudo do arrefecimento através de ferramentas informáticas adequadas para o efeito;
- Proceder ao estudo, seleção e otimização de todos os componentes normalizados para o molde;
- Estudar o respetivo processo de montagem, aquando do desenvolvimento do projeto;
- Verificar o seu funcionamento;
- Efetuar as correções finais, se necessário;
- Proceder à elaboração do presente relatório.

## 1.2. Relação com o cliente

---

A relação produtor da ferramenta - cliente é caracterizada por uma engenharia por encomenda, em que o cliente fornece especificações que devem passar pela peça, tipo de material, aplicação, etc., e a empresa concebe, aprovisiona, fabrica, monta e entrega.

O cliente interage em todas as fases do processo de produção. Essas fases podem ser o pré-desenvolvimento, desenvolvimento e pós-desenvolvimento.

O papel do cliente começa no pré-desenvolvimento da ferramenta, fornecendo especificações e características pretendidas para a ferramenta. A partir dos recursos disponíveis e dos conhecimentos da empresa, realiza-se um projeto inicial.

Prossegue-se para o desenvolvimento da ferramenta. Nesta etapa, fazem-se as escolhas das melhores soluções de projeto, tais como materiais, processos de fabrico, sistemas agregados, etc. Existe troca de informações entre o cliente e o fabricante, para resolução de incompatibilidades e alteração de especificações, entre outros.

Após o desenvolvimento, seguem-se as etapas de fabrico da ferramenta, montagem e entrega. Nesta fase, podem surgir mudanças ao projeto, mas com menor grau de complexidade, tanto por parte do cliente, como por parte do fabricante. O cliente é atualizado com informações do estado da ferramenta, assim como o fabricante recebe informações das necessidades do cliente.

## 1.3. Metodologia

---

A elaboração do presente trabalho seguiu a metodologia que seguidamente se descreve:

- Análise das especificações do cliente;
- Pesquisa bibliográfica sobre projeto e dimensionamento de moldes para a injeção de plásticos;
- Pesquisa de componentes normalizados para a correspondente satisfação dos requisitos exigidos pelo molde, através da consulta ‘online’ e em catálogos;
- Realização do anteprojeto para validação prévia;
- Estudo dos canais de arrefecimento necessários;
- Seleção dos materiais para as diferentes zonas do molde;

- Estudo das placas de fixação do molde à máquina de injeção;
- Realização do projeto final;
- Realização dos testes de injeção e verificação de possíveis melhorias a implementar;
- Implementação das correções necessárias;
- Validação final do correto funcionamento do molde;
- Redação do presente Relatório.

## **1.4. Estrutura**

---

A estrutura deste trabalho está assente essencialmente em duas partes: uma Revisão Bibliográfica inicial, onde se pretende enquadrar o leitor com os temas envolvidos neste relatório, passando em revista os desenvolvimentos técnicos e científicos que foram publicados em livros e periódicos científicos dedicados à matéria, e o Desenvolvimento do Trabalho Prático propriamente dito, com a referência aos projetos desenvolvidos, soluções encontradas, assim como o tratamento e análise crítica dos resultados.

## **2. Polímeros e Processamento**

---

### **2.1. A importância dos polímeros na indústria automóvel**

---

A indústria automóvel viu nos polímeros um material alternativo aos tradicionais, como o metal, o alumínio ou o vidro. Inicialmente a sua utilização era diminuta, sendo que nos anos 70 cada automóvel tinha, em média, cerca de 30 quilos de polímeros.

Gradualmente, a indústria automóvel foi substituindo os materiais tradicionais. Agora, o automóvel tem em média cerca de 200 quilos de polímeros. Algumas das razões para este forte incremento foram um maior conforto, durabilidade, diminuição do ruído e nível de vibrações, diminuição dos custos e forte redução do peso, o que beneficiava fortemente a relação peso/potência.

Uma das vantagens dos polímeros foi o seu baixo peso específico comparativamente com aço e vidro, que no automóvel permitiu a diminuição de peso e emissões de CO<sub>2</sub> (Vieira, 2010).

Na indústria automóvel, o custo de cada componente é extremamente importante. O polímero veio diminuir o tempo de produção dos componentes, eliminando etapas de fabrico e elevando fortemente as cadências de produção. Por outro lado, este trouxe uma enorme flexibilidade ao projeto, na obtenção de peças mais complexas e aerodinâmicas, assim como permitindo novos detalhes no seu acabamento final, facto que representa para a indústria automóvel uma efetiva vantagem, devido ao aparecimento de componentes com design cada vez mais arrojado e elaborado (Vieira, 2010). A nível da segurança, permitiu a criação de airbags, cintos de segurança e para-choques, que realmente amortecem o choque.

Antes de serem utilizados, os polímeros são normalmente aditivados. Estes aditivos podem ter inúmeras funções, entre as quais se destaca conferir cor ao componente. O polímero tem, normalmente, uma cor bem definida mas, na indústria automóvel, existe a necessidade permanente de permitir que o cliente do automóvel possa optar por uma vasta lista de cores para um mesmo componente, sendo fácil proceder a este ajuste através da alteração do aditivo. Contudo, existem outros aditivos com funções completamente distintas, mas não menos importantes, tais como a proteção contra a oxidação e envelhecimento por incidência de raios ultra violetas ou diminuição do custo (através da inserção de cargas, que podem ter origem na reciclagem de outros polímeros) (Vieira, 2010).

## 2.2. Polímeros

---

Um polímero (do grego *polys* (muitos) + *meros* (partes)) é um material constituído por moléculas de grandes dimensões, denominadas *macromoléculas*, que contêm em si uma cadeia central de átomos unidos por ligações covalentes.

Estas macromoléculas são produzidas através de um processo chamado *polimerização*, no qual moléculas simples – os *monómeros* – reagem quimicamente entre si (Andrade, 1995).

Para compreender o processo de moldagem por injeção é essencial o conhecimento das características materiais dos poliméricos.

Neste capítulo, mais especificamente no ponto 2.4. e seguintes vamos começar por distinguir as diferentes classes poliméricas, caracterizando a classe dos polímeros termoplásticos em termos de propriedades gerais, estrutura, comportamento reológico, contração e comportamento mecânico.

## **2.3. Síntese histórica:**

---

O Homem tem-se servido dos polímeros desde a Pré-história embora só na segunda metade do século XIX se assistiu a um desenvolvimento destes materiais.

Os primeiros polímeros sintéticos resultaram da procura de substâncias que reproduzissem as propriedades encontradas nos polímeros naturais, embora só nos finais dos anos 90, com o desenvolvimento do fenol e das resinas de formaldeído foi possível a conversão destes produtos. Devido ao seu baixo custo e alto grau de pureza o formaldeído tornou-se um dos mais importantes produtos químicos industriais e de pesquisa no mundo.

Este desenvolvimento deu-se devido à escassez de matérias-primas naturais durante a I Grande Guerra Mundial, que levou a que fossem reunidos esforços intensos no desenvolvimento de matérias substitutas sintéticas.

Posteriormente, os polímeros, sobretudo o de natureza termoplástica, impuseram-se na nossa época adquirindo o estatuto de materiais mais utilizados em termos volumétricos.

Apesar do primeiro polímero puramente sintético de uso comercial (a baquelite) só ter sido obtida no final da primeira década do século XX, a indústria e utilização de polímeros nunca parou de se desenvolver e crescer.

A indústria dos plásticos veio assim revolucionar o nosso quotidiano com a aplicação/utilização de sistemas poliméricos que vão desde os substitutos do aço às frágeis válvulas cardíacas.

Atualmente os polímeros são utilizados maioritariamente em sectores como a construção civil, indústria automóvel, indústria elétrica e eletrónica, desporto, calçado embalagens entre outros.

## **2.4. Classificação dos polímeros:**

---

Como ficou referido nos pontos anteriores os polímeros podem ser classificados de diversas formas, entre elas, em relação à sua ocorrência, isto é naturais ou sintéticos, à sua estrutura, à sua natureza de cadeia, ao seu comportamento mecânico, à disposição espacial dos seus monómeros, à sua morfologia e ao tipo de reação que lhe deu origem.

Dependendo do modo como estão ligados química e estruturalmente, os materiais poliméricos podem ser divididos em três classes: termoplásticos, termoendurecíveis e elastômeros conforme podemos observar infra na Figura 1

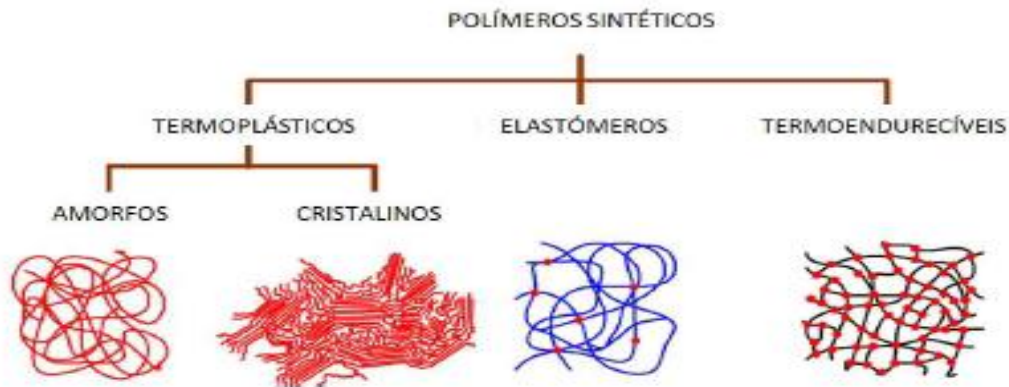


Figura 1 - Classificação dos polímeros sintéticos de acordo com a sua estrutura molecular. (DEMAR, 2010)

Relativamente aos materiais termoplásticos estes necessitam de calor para serem enformados para, após o seu arrefecimento, manterem a forma que adquiriram durante a enformação. Estes materiais podem ser várias vezes reaquecidos e reenformados sem que ocorra uma alteração significativa das suas propriedades.

Quanto aos materiais termoendurecíveis estes são enformados para atingirem uma forma permanente sendo depois endurecidos através de uma reação química usualmente designada por “reação de cura”. Estes materiais, ao contrario dos termoplásticos, não podem ser reaquecidos ou reenformados, uma vez que se degradam ou se decompõem quando aquecidos a altas temperaturas.

Por ultimo, os materiais elastômeros ou borrachas, são materiais poliméricos cujas dimensões podem variar significativamente quando submetidos a tensões mecânicas e que voltam às dimensões iniciais quando se retira a solicitação responsável pela deformação.

E de referir que a borracha para que possa ser utilizada comercialmente pode ser submetida ao processo de vulcanização, onde a borracha é aquecida na presença de enxofres e aditivos de modo a formar ligações cruzadas na moléculas do polímero individual.

Como ficou supra referido, apenas os materiais termoplásticos são utilizados no processo de moldagem por injeção motivo pelo qual nos debruçaremos, ainda que sumariamente, sobre estes materiais.

A principal característica destes polímeros é, como ficou referido, o facto de poderem ser fundidos diversas vezes. Acresce que, dependendo do tipo de termoplástico, podem também dissolver-se em vários solventes.

As propriedades mecânicas destes materiais variam consoante o termoplástico: à temperatura ambiente podem ser flexíveis, rígidos, dúcteis ou frágeis.

## 2.5. Propriedades gerais dos polímeros termoplásticos:

---

De entre as propriedades gerais dos polímeros termoplásticos encontramos a sua **baixa densidade** uma vez que os termoplásticos são tipicamente menos densos do que os metais ou materiais cerâmicos. Da que estes materiais sejam usados maioritariamente na indústria dos transportes, embalagens, equipamentos de desporto entre outras em que a obtenção de um peso baixo seja um fator decisivo.

Ao nível da conformação de peças de polímeros termoplásticos estes têm podem ser conformados a **baixas temperaturas de processamento** o que faz com que os equipamentos sejam mais simples e não tão caros quanto os utilizados para metais cerâmicos. Outra das propriedades existentes nestes materiais prende-se com a sua **baixa condutividade elétrica** pelo facto da ligação covalente ser o principal tipo de ligação química existente nos polímeros o que os torna altamente indicados para aplicações elétricas onde se requeira isolamento elétrico uma vez que não contêm eletrões livres, responsáveis pela condução de eletricidade nos materiais.

A nível térmico os polímeros são de **baixa condutividade térmica** o que os torna altamente recomendáveis em aplicações que requeiram isolamento.

Por último os polímeros são materiais muito **resistentes à corrosão** por oxigénio ou produtos químicos.

## 2.6. Classificação dos polímeros quanto à sua estrutura:

---

Na solidificação de um termoplástico a partir do estado líquido pode formar-se um sólido não cristalino, designado amorfo, ou um sólido parcialmente cristalino, designado semi cristalino. Assim, os termoplásticos podem ser classificados em amorfos e (semi) -cristalinos dependendo da morfologia e conformação das cadeias poliméricas.

De entre os materiais mais comuns relativos aos polímeros amorfos encontramos o Acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), Acrílicos (ex., PAN, PMMA), Policarbonato (PC), Poliestireno (PS), Policloreto de vinilo (PVC) e Estireno acrilonitrilo (SAN).

Os polímeros amorfos, quanto à sua microestrutura, têm uma orientação molecular aleatória tanto na fase sólida como na fase líquida sendo que no que respeita à sua reação ao calor estes materiais amaciam ao longo de uma gama de temperaturas (sem temperatura de fusão aparente).

Entre as propriedades gerais dos polímeros amorfos encontramos:

- A transparência;
- Baixa resistência química;
- Baixa contração volumétrica;
- Baixa resistência mecânica;

Quanto aos polímeros (semi-)cristalinos os materiais mais comuns são os Acetais; Poliamidas (Nylon); Polietileno (PE); Polipropileno (PP) e Poliésteres termoplásticos (ex., PBT, PET). Relativamente à sua microestrutura os polímeros cristalinos têm uma orientação molecular aleatória na fase líquida sendo que na sua fase sólida aparecem cristalinos e densamente compactados.

Entre as propriedades gerais dos polímeros cristalinos encontramos:

- Translúcidos ou opacos;
- Excelente resistência química;
- Elevada contração volumétrica;
- Possuem geralmente uma elevada resistência mecânica;

## 2.7. Comportamento reológico:

---

O controlo do processo na etapa de arrefecimento e cristalização é importante para a obtenção de produtos finais conformes, sem defeitos, e com propriedades otimizadas. Sabe-se que a etapa de arrefecimento e solidificação do material no molde possui grande influência na sua cristalização, podendo levar a possíveis alterações de volume no polímero e das propriedades mecânicas das peças produzidas. É, portanto, necessário um juste rigoroso das características reológicas do material, por via a controlar o comportamento do material na cristalização, diminuindo a ocorrência de possíveis efeitos o processo. O estudo do comportamento dos materiais, tanto reológico como térmico, durante a etapa de arrefecimento e cristalização é importante para otimizar a eficiência do processo de injeção tanto em termos energéticos e económicos, podendo ser conseguidas reduções nos tempos de ciclo de injeção e aumentos na cadência de produção, como em termos de qualidade e desempenho das peças finais produzidas.

A reologia ocupa-se do estudo do comportamento de deformação e escoamento de corpos sólidos ou fluídos (líquidos e gases) (Han, 2007). Esse comportamento é dependente das características intrínsecas do material, como a sua estrutura molecular, e das condições de processamento do material.

A estrutura molecular do polímero reflete-se na sua massa molecular que pode ser determinada indiretamente através da medição da viscosidade (em cm<sup>3</sup>/g) num viscosímetro capilar. A viscosidade pode ser definida pela resistência que o fluido (neste caso o polímero fundido) oferece ao escoamento, num determinado meio (J. & Strutt, 2003).

Esta resistência é uma função da massa molecular do polímero, isto é: polímeros com maior massa molecular possuem maior viscosidade intrínseca e vice-versa (Scheirs & Long, 2003).

A dependência entre a viscosidade intrínseca ( $\eta$ ) (expressa em Pa.s) e a massa molecular média ( $M$ ) do material pode ser expressa pela equação de Mark-Houwink

$$[\eta] = K \times M^\alpha$$

Figura 2 - Esquação de Mark-Houwink

$M$  pode assumir diferentes designações como  $M_n$  (*massa molecular numérica*),  $M_w$  (*peso molecular*) ou  $M_v$  (*massa molecular viscosimétrica*), dependendo do método de determinação (Callister, 2001) (Cowie, 1991).

A análise da viscosidade de um material polimérico possibilita o estudo da sua história térmica, i.e. a degradação térmica provocada pela submissão a ciclos térmicos anteriores. Para um material manter as suas características e o seu bom desempenho, a diferença entre a viscosidade do material analisado e a viscosidade do material virgem não deve configurar uma queda superior a 30% (Scheirs & Long, 2003).

O comportamento reológico de um polímero, em contexto industrial, é caracterizado pelo índice de fluidez (MFI), também designado por rácio de fluidez (MFR) (Barrera, Vega, & Salazar, 2006) (MFI testing: Viscosity Measurement of Thermoplastics Polymers, s.d.).

Este parâmetro quantifica a quantidade de material que flui através do orifício do tubo capilar do instrumento de medida, sob aplicação de uma carga e temperatura constantes, durante um determinado tempo. O resultado é normalmente traduzido em g/10min. Quanto menos viscoso (i.e. mais fluido) estiver o polímero nas condições de ensaio, maior será a quantidade de polímero que flui e, por conseguinte, maior será o MFI do mesmo. Através da quantidade de massa que flui através do capilar é possível prever de forma simples e rápida o comportamento reológico do material fundido durante o processo de injeção (Technical Paper, 2003).

Os valores da carga e temperatura aplicados nesta medição variam com o polímero e suas características intrínsecas, como a cristalinidade e a temperatura de fusão, existindo valores de referência nas normas ISO para este teste. Em alguns casos, o tamanho do orifício do capilar pode também variar. No caso específico das PPAs, não foram encontrados na norma valores de referência para estes parâmetros.

Atendendo à dependência que a viscosidade apresenta relativamente à massa molecular, o MFI é uma forma indireta de quantificar a massa molecular de um polímero e uma medida do inverso da viscosidade do fundido.

Valores elevados de MFI estão assim associados a polímeros de baixa massa molecular.

## 2.8. Comportamento mecânico dos polímeros termoplásticos:

---

Na Mecânica Clássica, as propriedades mecânicas dos sólidos elásticos podem ser descritas pela Lei de Hooke, (figura 4), que afirma que ao ser aplicada uma tensão ao material, verifica-se uma deformação  $\varepsilon$  que lhe é proporcional, sendo a tensão independente da velocidade de deformação. Quando esta tensão  $\sigma$  é retirada, o corpo recupera completa e instantaneamente a sua forma inicial em que  $E$  é o Módulo de Young, ou Módulo de Elasticidade.

$$\sigma = E \times \varepsilon$$

Figura 3 - Equação Lei de Hooke

As propriedades dos líquidos, por seu lado, são descritas pela Lei de Newton. Um fluido Newtoniano não consegue suportar deformações e a resposta instantânea a uma tensão é o escoamento viscoso. A tensão é independente da deformação, mas proporcional à velocidade de deformação, conforme se verifica na Figura 5, em que  $\eta$  é o coeficiente de viscosidade.

$$\sigma = \eta \times \frac{d\varepsilon}{dt}$$

Figura 4 - Equação Lei de Newton

Os polímeros termoplásticos exibem um comportamento intermédio entre o de um sólido elástico, Hookeano, e de um líquido viscoso, Newtoniano. Dessa forma, apresentam frequentemente contribuição de ambos os tipos de comportamento e a predominância de carácter viscoso ou elástico da resposta a uma solicitação mecânica depende essencialmente da escala de tempo da experiência (Harper, 2000):

- A aplicação de uma tensão durante um intervalo de tempo longo provoca normalmente um escoamento viscoso e, portanto, deformação permanente no polímero;

- A aplicação de uma deformação muito rápida não dá tempo às moléculas do polímero, longas e entrelaçadas, de se ajustarem à deformação aplicada, induzindo uma resposta elástica.

Verifica-se que tanto o módulo de elasticidade,  $E$ , como a viscosidade,  $\eta$ , variam com a forma como a experiência é realizada. Este tipo de comportamento é classificado como

viscoelástico. O comportamento de materiais poliméricos sujeitos a cargas pode ser estudado através de ensaios de tração uniaxial em condições normalizadas.

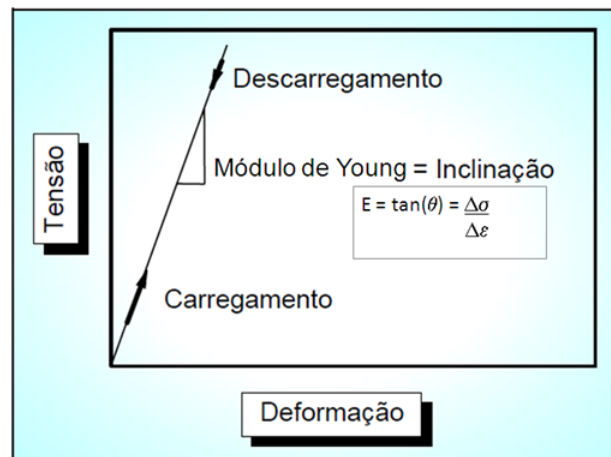


Figura 5 – curva tensão-deformação

## 2.9. Processamento de polímeros:

---

Existem várias tecnologias de processamento de plásticos entre as quais se destacam a Extrusão, a Moldação por injeção, a Moldação por sopro, a Moldação por Termoformação, a Moldação por compressão, a Moldação por transferência entre outras.

Uma vez que a Moldagem por Injeção é o principal alvo de estudo do nosso trabalho, é sobre ela que se irá realizar um maior enquadramento teórico.

## 2.10. A moldagem por injeção:

---

A moldagem por injeção pode ser definida como o processo a partir do qual um material plástico, originalmente no estado sólido (e usualmente sob a forma de grãos), é carregado numa máquina onde, sequencialmente, é aquecido a fim de amolecer (ou plasticizar) e é forçado, sob pressão, a entrar para um molde.

No molde, o material fundido preenche a impressão respetiva e arrefece recuperando a sua rigidez.

É um processo de grande tonelagem (estima-se que se transformem anualmente, em todo o mundo, mais de 50 milhões de toneladas de plásticos por este processo); de grande versatilidade geométrica e dimensional.

## 2.11. O ciclo de moldagem por injeção:

O processo de moldagem por injeção é o processo mais usado atualmente para transformação de termoplásticos devido à sua rapidez, à diversidade de peças que podem ser obtidas e à precisão dimensional.

Neste processo fabricam-se desde pequenas utilidades domésticas sem requisitos funcionais elevados, até peças para a indústria automóvel ou aeroespacial que demandam precisão dimensional e características funcionais elevadíssimas.

A moldagem por injeção é um processo cíclico. O conjunto de operações necessário à produção de uma peça moldada designa-se por ciclo de moldagem. A otimização do ciclo de moldagem é fundamental para assegurar a competitividade económica do processo, dado o elevado investimento em capital requerido para a instalação deste tipo de equipamento (injetora, molde e equipamentos auxiliares).

Podemos observar esse carácter cíclico do processo de injeção e as diversas fases que o compõem na Figura 6.

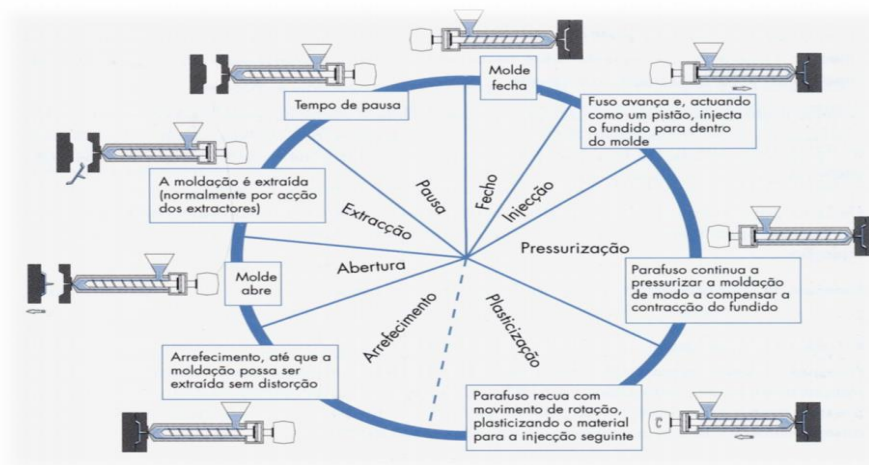


Figura 6 - Ciclo de moldagem por injeção (Cunha, 2003).

Analisemos, de forma esquemática, as diferentes etapas de um ciclo de moldagem:

a) Fecho do molde e injeção do plástico

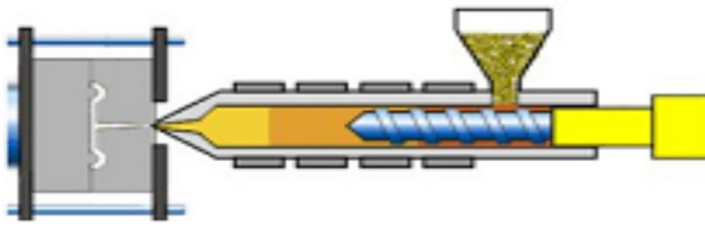


Figura 7 – Fecho do molde e injeção do plástico

Nesta fase, o fuso empurra sem rodar o material fundido para o molde arrefecido. O ar é expelido por um sistema de fuga de gases.

b) Pressurização

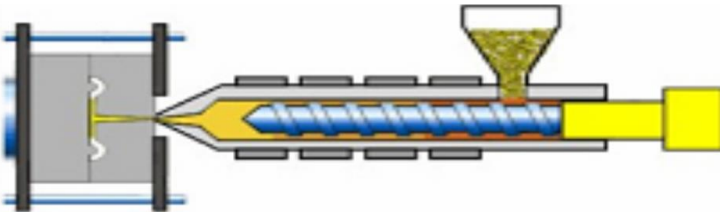


Figura 8– Pressurização

As cavidades estão cheias mas o fuso continua a pressionar (2ª pressão), para compensar as contrações do material (vazios).

c) Plasticização e arrefecimento

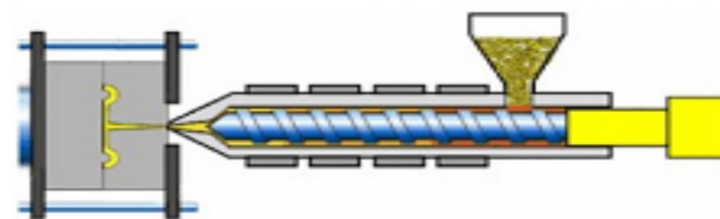


Figura 9 – Plasticização e arrefecimento

Com os canais solidificados, não é possível introduzir mais material, então o fuso começa a rodar e introduz-se plástico granulado na tremonha.

À medida que o fuso roda o material avança e funde plasticamente empurrando o fuso oposto.

d) Abertura e extração da peça



Figura 10 – Abertura e extração da peça

O molde abre através de extratores para a peça sair e então fecha-se e inicia-se o novo processo.

## 2.12. Ciclos de moldagem:

---

Na atividade industrial o objetivo é produzir peças, conforme as respectivas especificações, no mais curto intervalo de tempo possível. Para o efeito, condições de processamento tais como pressão de injeção, temperaturas do fundido e do molde, velocidade de injeção e contrapressão, necessitam ser ajustadas tendo em conta as propriedades do material, a geometria da peça e as especificações do produto final.

As fases do ciclo de moldagem são praticamente independentes do tipo de máquina. Contudo, a sua duração pode ser muito diversa, variando de tempos inferiores a 1 segundo para peças muito finas, a dezenas de minutos para moldagens muito espessas.

O ciclo de moldagem poderá desenvolver-se segundo os seguintes modos:

**Manual:** A sequência de operações é definida e acionada pelo operador (utiliza-se durante as fases de ajuste do processo).

**Semiautomático:** A sequência de operações desenvolve-se de uma forma automática, mas o início de um novo ciclo necessita da confirmação do operador (utiliza-se quando o processo requer a intervenção do operador, por exemplo, para ajudar a retirar uma peça ou para colocar insertos).

**Automático:** O processo desenvolve-se integralmente segundo uma sequência pré-definida e sem a intervenção do operador. A maximização da produtividade e da repetibilidade só é conseguida em ciclo automático, até porque muitas das funções do controle dos equipamentos mais modernos só estão ativas neste tipo de funcionamento. O material termoplástico granulado é forçado a altas temperaturas, acima de sua fusão, e pressões para

que o polímero fundido possa fluir pelos canais do molde, de modo a preencher a cavidade do molde e assumir a forma desejada da peça a moldar. É empregada quando a quantidade de peças termoplásticas a serem produzidas é de grande quantidade e é necessária uma boa exatidão dimensional.

Vamos agora passar à análise do funcionamento da máquina de injeção de parafuso.

## 2.13. Máquina de injetar parafuso:

A máquina injetora de parafuso consiste numa estrutura rígida que, de um lado, suporta o mecanismo de movimentação do molde, e do outro, um cilindro aquecido no interior do qual existe um parafuso (ou fuso) onde se faz a plasticização do polímero.

A rotação do parafuso pode ser atuada por um motor elétrico ou por um motor hidráulico, sendo o movimento de avanço garantido por um cilindro hidráulico. O refluxo de material para o canal do parafuso é evitado por uma válvula anti-retorno.

Embora existam diferentes tipos de máquinas, as unidades funcionais que as compõem são as mesmas, sendo apresentado na Figura 12 um esquema de uma máquina de injeção onde se identificam essas unidades funcionais.

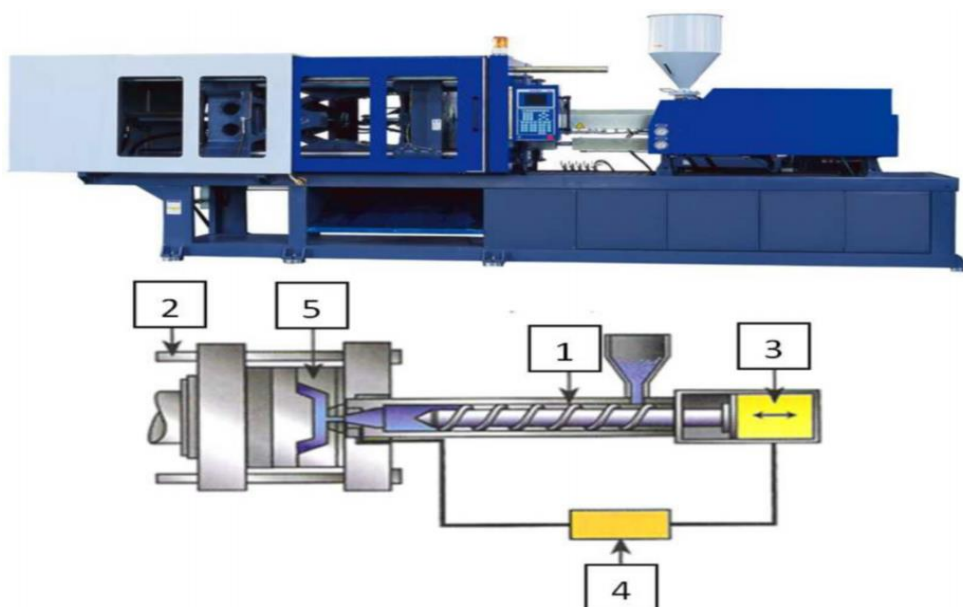


Figura 11 - Esquema de uma máquina de injetar de parafuso

As funções das unidades constituintes de uma máquina de injeção são as seguintes:

1. **Unidade de injeção:** Promove o transporte, aquecimento, plastificação e homogeneização do material desde a base da tremonha até ao bico de injeção; garante também a subsequente injeção e compactação do fundido.
2. **Unidade de fecho:** Permite a fixação e a movimentação do molde, devendo ser capaz de o manter fechado durante as fases de injeção e de compactação; também integra os dispositivos necessários à extração das peças moldadas.
3. **Unidade de potência:** Fornece a energia adequada aos diversos atuadores da máquina; geralmente é um sistema electro-hidráulico, onde a bomba é acionada através de um motor elétrico.
4. **Unidade de controlo:** Garante a consistência e repetibilidade do funcionamento da máquina. As operações e os dispositivos necessários a assegurar a monitorização e controlo das diversas variáveis do processo estão centralizadas nesta unidade, que também permite a interface com o operador.
5. **Molde:** Para além da máquina, o processo de moldagem por injeção implica a existência de um molde que define a geometria do produto final. Trata-se de uma ferramenta constituída por, pelo menos, duas partes que são mantidas fechadas durante os períodos de injeção e subsequente arrefecimento, abrindo posteriormente na altura da ejeção da peça moldada. O processo de injeção de plásticos é deveras muito complexo pois os parâmetros inerentes a este processo são em número muito elevado. Saber identificar e controlar estas variáveis constitui um dos passos fundamentais no sentido de garantir a produção de peças de qualidade.

## 2.14. Parâmetros de injeção:

---

Existem 3 tipos de parâmetros de injeção: os operatórios, do processo e do material.

Os **parâmetros operatórios** são aqueles que podem ser alterados no decorrer da fase de testes ao molde, com o objetivo de encontrar a solução ideal para fabricar peças de boa qualidade.

Os **parâmetros do processo** são escolhidos durante a fase de projeto do molde e por isso raramente são alterados depois de este ser construído; no caso de necessitarem de alterações, o molde tem que voltar para a fase de produção para sofrer modificações estruturais.

Os **parâmetros do material** são escolhidos em função da peça e do material que o cliente exige.

Como já foi referido, os parâmetros operatórios são controlados pelo operador e, conseqüentemente, são as variáveis mais responsáveis pela ocorrência de defeitos. Por esta razão, descrevem-se de seguida em pormenor todos os parâmetros operatórios do processo de moldagem por injeção.

## 2.15. Parâmetros operatórios do processo de moldagem por injeção:

---

Os parâmetros operatórios podem agrupar-se nas seguintes categorias:

1. Pressões;
2. Velocidades;
3. Temperaturas;
4. Quantidade de material;
5. Tempos.

Assim, dentro dos parâmetros operatórios, distinguem-se:

**Pressão de injeção ou 1ª pressão:** Pressão necessária para encher completamente todas as cavidades do molde.

**2ª Pressão ou pressão de compactação:** É a pressão que começa a atuar quando a peça já se encontra completa. Tem por função manter o material compactado até que os canais solidifiquem, minimizando, assim, a ocorrência de contrações (Figura 2.3).

**Contrapressão:** Pressão que se opõe ao retorno do fuso durante a dosagem do material. Tem por função consolidar a massa fundida, expulsando o ar.

**Pressão de fecho:** É a pressão que mantém o molde fechado, e tem que ser superior à pressão exercida pelo material, evitando assim que o molde se abra.

**Velocidade de injeção:** Pode ser traduzida como a relação entre a quantidade de material fundido e o tempo que este demora a encher a cavidade, ou seja, quanto maior a velocidade menor o tempo de enchimento.

**Velocidade de rotação do fuso:** É a velocidade responsável pela homogeneização do material. Quanto maior for a velocidade de rotação do fuso, menor será o tempo de dosagem.

**Temperatura do molde:** Fator muito importante para controlo do tempo de ciclo e acabamentos da peça. Uma temperatura do molde baixa significa menor tempo de ciclo, pois o arrefecimento é mais rápido.

**Temperatura do cilindro:** É a temperatura suficiente para fundir o material e mantê-lo fundido até se iniciar a produção de nova peça, sendo assegurada através de mangas de aquecimento existentes ao longo do cilindro.

**Temperatura do bico:** É a temperatura a que se encontra o bico de injeção. Tem que se garantir a temperatura correta para que o material flua sem dificuldades.

**Temperatura do fundido:** É a temperatura a que se encontra o material quando sai do bico da máquina injetora e entra no molde de injeção.

**Dosagem:** É a quantidade de material necessário para a injeção completa da peça. A dosagem ocorre durante o processo de arrefecimento (Figura 13).

**Almofada:** Quantidade de material remanescente no fuso após a fase de pressurização (as almofadas grandes amortecem variações no processo) (Figura 13).

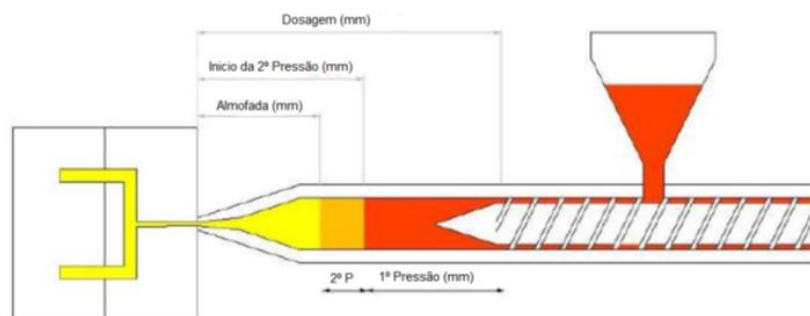


Figura 12 – Visualização da dosagem, almofada e início da 2ª Pressão (Peças, Almeida, & Henriques, 2003).

Quanto aos tempos encontramos:

**Tempo de abertura:** É o tempo que o molde leva a abrir. Deve ser bastante reduzido e, sempre que possível, a extração da peça deve ser realizada nesta fase.

**Tempo de molde aberto:** É o período de tempo necessário após a abertura do molde para permitir a adequada extração da peça moldada.

**Tempo de fecho:** É o tempo que o molde demora a fechar. Também deve ser bastante reduzido, tendo o cuidado de permitir que o sistema de proteção do molde possa atuar.

**Tempo de molde fechado:** É o tempo que o molde permanece fechado, ou seja, é a soma dos seguintes tempos:

**Tempo de injeção:** É o tempo que o material demora a preencher por completo as cavidades do molde;

**Tempo de 2ª pressão:** É o tempo em que é exercida uma pressão inferior à pressão de injeção, de modo a contrariar a contração do material.

**Tempo de arrefecimento:** É o tempo que vai desde a pressão de injeção cessar até que o molde abra.

**Tempo de dosagem:** É o tempo para que o fuso recue e deforme plasticamente o material a ser injetado.

**Tempo de extração:** É o tempo necessário para retirar a peça do molde. Este tempo pode estar incluído no tempo de abertura do molde, diminuindo ou eliminando o tempo de molde aberto.

**Tempo de ciclo total:** Este é o tempo representativo da produção de uma peça, e é a soma dos seguintes tempos: tempo de fecho, tempo de injeção, tempo de 2ª, tempo de arrefecimento, tempo de abertura do molde e tempo de molde aberto. Caso a extração da peça não esteja incluída no tempo de abertura do molde, é preciso somar também este tempo (CENTIMFE, 2005).

## 2.16. Preenchimento da cavidade do molde:

---

O processo de preenchimento da cavidade do molde pode ser dividido em três fases, conforme podemos verificar na Figura 13.

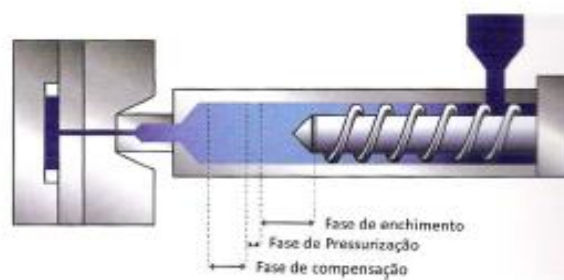


Figura 13 - Fases do preenchimento da cavidade do molde

Na fase de enchimento o fuso desloca-se segundo a velocidade definida pelo sistema controlo da máquina injetora e termina no instante em que o controlo do preenchimento da cavidade do molde passa a ser efetuado por pressão, em vez de ser realizado através da velocidade.

Segue-se a fase de pressurização, a qual tem a função de terminar de preencher o da cavidade do molde, após uma desaceleração do fuso. Além do fundido ser compressível, verifica-se também uma significativa contração volumétrica devido à redução de temperatura, consequência do arrefecimento da peça.

A última fase é a de compensação, onde uma quantidade extra de material é injetada na cavidade do molde de forma a compensar a diminuição de volume. Assim, as fases de pressurização e de compensação não são mais do que um simples fracionamento do período de compactação (Shoemaker, 2006).

## 2.17. Escoamento do polímero durante a fase de enchimento:

---

Considere-se o molde fechado e o escoamento do fundido a partir do bico de injeção. O primeiro material injetado enche o gito e os canais de alimentação e em seguida entra na cavidade do molde. Sucede-se que o material plástico ao entrar em contacto com a parede do molde, que se encontra a uma temperatura inferior, arrefece e solidifica rapidamente, enquanto o centro do escoamento permanece fundido. Ao ser injetado mais material, o material já existente é forçado a escoar e, conseqüentemente, vai prolongar a camada solidificada ao longo de toda a parede do molde, tal como ilustra a Figura 14.

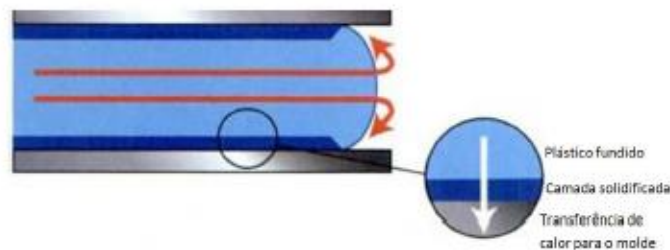


Figura 14 – Camada solidificada nas paredes do molde

Na figura, as setas vermelhas indicam a direção do fluxo de plástico fundido.

Mostra-se também, através da seta branca, a direção do fluxo de calor do polímero fundido para as paredes do molde. Ou seja, a montante, o plástico quente flui continuamente, trazendo novo material e gerando um significativo calor por fricção. Ao mesmo tempo, perde-se calor através da camada solidificada na superfície do molde.

Inicialmente, a camada solidificada é muito fina e, por consequência, o calor perde-se muito rapidamente. Isto faz com que o material continue a solidificar e que a camada

solidificada veja a sua espessura aumentar, reduzindo assim o fluxo de calor através da parede do molde.

Após um certo tempo, a camada solidificada atinge uma determinada espessura em que o calor perdido por condução é igual ao fluxo de entrada de calor do plástico fundido juntamente com a geração de calor por fricção. Deste modo, atinge-se uma condição de equilíbrio.

É possível determinar o tempo necessário para que o estado de equilíbrio seja alcançado. O resultado é que este é atingido muito rapidamente, geralmente em décimos de segundo.

Portanto, como o tempo de enchimento é medido em segundos (isto é, uma ordem de grandeza superior), a camada solidificada atinge o estado de equilíbrio mesmo no início da fase de enchimento.

É útil pensar-se acerca de como pode variar a espessura da camada solidificada. Se a taxa de injeção for diminuída, menos calor será gerado por fricção ao longo das paredes do molde, logo menor calor será induzido ao fluxo. A perda de calor por condução seria à mesma taxa e a camada solidificada aumentaria em espessura. Se a taxa de injeção for aumentada, a camada solidificada seria mais fina. Similarmente, maiores temperaturas do fundido e da superfície do molde dão origem a menores espessuras da camada solidificada (Shoemaker, 2006).

## 2.18. Tensão de corte do fluxo:

---

Durante o enchimento da cavidade do molde, o fluxo de material é sujeito a uma tensão de corte, habitualmente designada como *tensão de corte do fluxo*. Esta tensão irá orientar o material, ou seja, fazer com que as moléculas se alinhem na direção do fluxo.

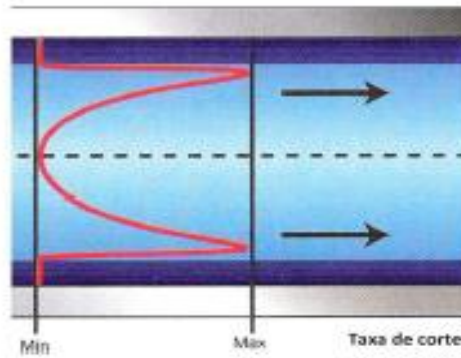


Figura 15 - Distribuição da taxa de corte

Por outro lado, a *taxa de corte*, que é a taxa de material que desliza sobre a camada seguinte, varia de um mínimo, no centro do escoamento, até um máximo, junto à superfície da camada solidificada, conforme ilustra a Figura 15.

O arrefecimento tem grande influência na orientação molecular do material polimérico.

Quanto mais lentamente este se realizar, menor será a orientação das moléculas do polímero, uma vez que passa a dispor de mais tempo para relaxar (Figura 16).

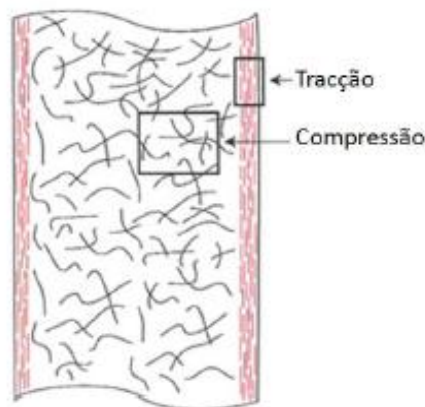


Figura 15 – Orientação molecular ao longo da espessura da peça

Verifica-se uma grande orientação junto às paredes do molde, o que se explica devido ao rápido arrefecimento a que essa camada foi sujeita. Em direção ao centro, é visível uma redução da orientação molecular, visto que nessa zona o arrefecimento é mais lento e permite mais tempo para relaxação.

A orientação molecular vai afetar o padrão de tensão residual. Junto às paredes do molde desenvolve-se a tensão de corte máxima e, no momento em que o material solidifica, essa camada fica impossibilitada de reajustar a orientação das moléculas, sendo que adquiriu uma elevada orientação. Esse material orientado tem uma grande tendência a contrair mas é, de certa forma, impedido de o fazer pelo restante da zona central. Assim, constata-se que a camada próxima da superfície da peça fica sujeita a tração, enquanto o material da zona central

fica sujeito a compressão, conforme indicado na Figura 16. É também de notar que as tensões residuais são uma das causas comuns do empeno das peças moldadas por injeção (Shoemaker, 2006).

## **2.19. Compressibilidade do fundido:**

---

Devido às características P-v-T do material, quando o polímero é aquecido e sobre ele é aplicada uma determinada pressão, resulta uma elevada compressibilidade. Durante o processo de moldagem por injeção, este aspeto é de elevada importância uma vez que o volume de material que ocupa a cavidade do molde varia em função da pressão e da temperatura de operação. Assim, devido a este comportamento, fica evidente que qualquer variação dos parâmetros do processo pode afetar positiva ou negativamente o produto final.

## **2.20. Defeitos de moldagem:**

---

Existem vários fatores que influenciam o aparecimento de defeitos em peças moldadas por injeção, nomeadamente o molde, o material polimérico e as condições de processamento.

Os principais defeitos que ocorrem são os seguintes:

Rebarbas;

Degradação térmica;

Rechupes;

Linhas de soldadura;

Prisões de ar;

Mau acabamento superficial;

Empenamento da peça

## **2.21. Influência dos principais parâmetros de injeção na qualidade da moldagem:**

---

Durante o preenchimento da cavidade do molde surgem vários aspetos de elevada importância que devem ser controlados de forma a garantir qualidade no produto moldado.

Para se obter uma peça com qualidade, necessita-se em primeiro lugar de garantir um molde bem projetado e uma escolha acertada do material polimérico. Porém, é ainda

fundamental definir-se adequadamente as variáveis de controlo do processo, uma vez que geralmente é fator que resultam a maioria dos defeitos.

## 2.22. Pressão de injeção:

---

A pressão de injeção é responsável por empurrar o material polimérico fundido para o interior da cavidade do molde durante as fases de enchimento e compactação. De modo a exemplificar a evolução desta pressão, observe-se a Figura 17 (Shoemaker, 2006).

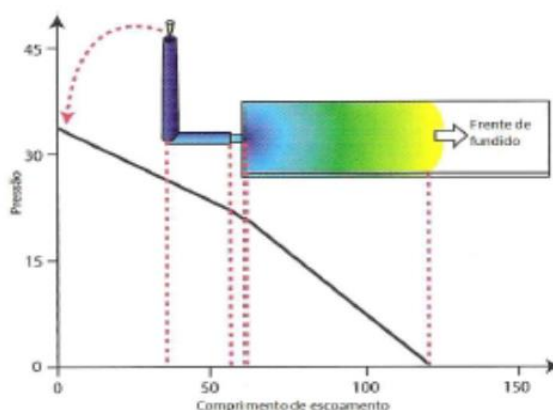


Figura 16 – Evolução da pressão no interior da cavidade do molde (Shoemaker, 2006).

Verifica-se que a pressão máxima se situa no ponto de injeção. A partir desse ponto, a pressão vai diminuindo progressivamente até o seu valor ser nulo, o que ocorre na frente de escoamento.

## 2.23. Fatores que influenciam a pressão de injeção:

---

Durante o processo de moldagem por injeção, são diversos os fatores que influenciam a pressão de injeção, nomeadamente a geometria da peça, o sistema de alimentação, as condições de processamento e o tipo de material, entre outros.

A taxa de enchimento do molde é reconhecidamente o fator que mais contribui para os níveis de pressão necessários para preencher a cavidade do molde. A pressão necessária para empurrar o polímero fundido é diretamente proporcional à velocidade local do polímero. A equação (figura 19), baseada na Lei de *Hagen Poiseuille*, (descreve um fluxo incompressível de baixa viscosidade através de um tubo de seção transversal circular constante) permite estimar a pressão necessária durante a fase de enchimento do molde.

Verifica-se que a variação de pressão necessária,  $\Delta P$ , é diretamente proporcional ao caudal,  $Q$ , à viscosidade do polímero,  $\eta$ , e ao comprimento do fluxo,  $l$ . Por outro lado, é inversamente proporcional à largura do escoamento,  $w$ , e ao cubo da espessura do canal de fluxo,  $h$ .

$$\Delta P = \frac{12 \times Q \times \eta}{w \times h^3}$$

Figura 17 – Equação baseada na Lei de Hagen Poiseuille

Veja-se também, o quadro infra que explica os fatores que influenciam a pressão de injeção



















Factor	Variável	Maior pressão exigida	Menor pressão exigida
Geometria da peça	Espessura da peça	Peça fina 	Peça espessa 
	Superfície da peça	Mais arrefecimento e resistência das paredes 	Menor arrefecimento e resistência das paredes 
Geometria do sistema de alimentação	Comprimento do fluxo	Comprimento do fluxo longo 	Comprimento do fluxo curto 
	Dimensão do ataque	Ataque restritivo 	Ataque com maior secção 
	Canais do sistema de alimentação	Área reduzida do canal 	Área do canal otimizada 
Condições de processamento	Temperatura do molde	Baixa temperatura do fluido de arrefecimento 	Alta temperatura do fluido de arrefecimento 
	Temperatura do fundido	Baixa temperatura do fundido 	Alta temperatura do fundido 
	Velocidade do fuso	Velocidade do fuso imprópria 	Velocidade do fuso otimizada 
Seleção de material	Índice de fluidez	Pouca fluidez 	Elevada fluidez 

Figura 18 – Fatores que influenciam a pressão de injeção (Shoemaker, 2006).

As pressões de injeção podem variar de 500 a 1000 kg/cm<sup>3</sup> generalidade dos materiais ou por exemplo como nos acrílicos ou policarbonatos podem atingir pressões na ordem dos 1200 a 1500 kg/cm<sup>3</sup>.

Vejamos agora a máquina de injeção utilizada no caso de estudo.



## Formplast GmbH

Producer	<b>FERROMATIK MILACRON</b>
Type	<b>VH 680</b>
Year	<b>1986</b>

Clamping unit		
Clamping force	ton	<b>680</b>
Opening Stroke	mm	<b>1320</b>
distance between tie bars	mm	<b>860 x 860</b>
mould height min/max	mm	<b>210</b>
size of mould plates	mm	<b>1400 x 1400</b>
Injection unit		
Screw diameter	mm	<b>110</b>
injection volume	cm <sup>3</sup>	<b>4181</b>
shot capacity	gr	<b>3888</b>
injection pressure	bar	<b>1688</b>
Machine dimensions and weights		
dimensions LxWxH	m	<b>10,6 x 2,7 x 2,8</b>
net weight	KG	<b>33000</b>
Equipment:		
<b>Working hours: 34848 h</b>		

Formplast GmbH  
 Strasse 48  
 5468 Mülheim / Ruhr  
 : + 49 208 3899633  
 : + 49 208 3899635

[www.formplastgmbh.de](http://www.formplastgmbh.de)  
[info@formplastgmbh.de](mailto:info@formplastgmbh.de)  
 Ust.-Ident Nr: DE 812962603  
 Amtsgericht **Mülheim** an der Ruhr HRB 43 20

**Dresdner Bank**  
 Konto Nr: 03 203 062  
 BLZ: 362 800  
 S.W.I.F.T : DRES DE FF 3  
 IBAN: DE74 3628 0071 0320 3062

Figura 19 - Máquina de injeção (fornecida pelo cliente)

As pressões de injeção, as propriedades dos materiais são sempre zonas onde se existe maior desgaste e atrito, assim como desgaste por abrasão, como tal nestas zonas é necessário prever uma colocação de postigos temperados, de modo a ao longo dos tempos poderem ser substituídos no caso de problemas, pois a duração do molde e sua manutenção também tem de ser pensada e prevista aquando da sua conceção.

### 3. Moldes de Injeção:

---

Molde de injeção pode ser definido como uma unidade completa capaz de reproduzir formas geométricas desejadas através de cavidades que possuem os formatos e dimensões do produto desejado. Outra definição é apresentada por HARADA (Harada, 2004), que nos diz que molde de injeção é uma unidade completa com condições de produzir peças moldadas, onde as suas cavidades possuem as formas e as dimensões da peça desejada.

Molde de injeção para termoplástico é um conjunto de placas de aço, paralelas entre si dispostas de forma ordenada e lógica formando assim uma estrutura, que chamamos de porta molde. No seu interior serão alojadas em local previamente estudado de forma balanceada as partes ativas (macho e matriz) que serão preenchidas pelo material fundido que flui pelos canais de alimentação, sofrerá refrigeração e após a abertura da máquina extrairá o produto final.

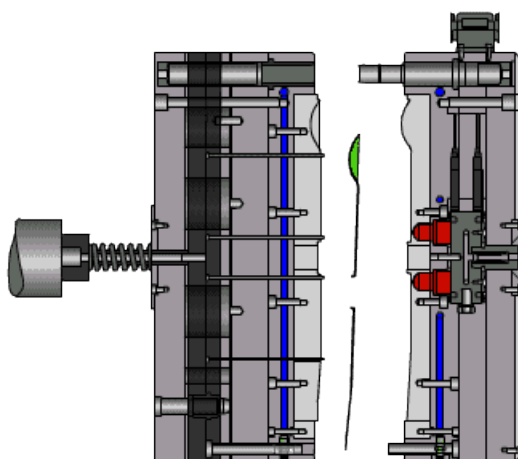


Figura 20 - Exemplo de um Molde manual do projetista.

O molde deverá produzir peças de qualidade num tempo de ciclo mais curto possível, possuir o mínimo de manutenção durante o tempo de serviço, definir os volumes com a forma das peças a produzir e simultaneamente assegurar a reprodutibilidade dimensional de ciclo para ciclo, permitir o enchimento desses volumes com o polímero fundido, facilitar o arrefecimento do polímero e promover a extração das peças.

O molde é um componente fulcral na máquina injetora. É responsável pela distribuição do polímero fundido no interior da cavidade, atribuindo forma às peças. É também responsável pelo arrefecimento e pela ejeção do produto final.

O molde é fabricado sob medida e é composto pelos seguintes elementos:

1. Gito e canais de alimentação;
2. Ataque;
3. Guiamento;
4. Sistema de escape de gases;
5. Cavidade;
6. Bucha;
7. Sistema de arrefecimento;
8. Sistema ejetor;
9. Extração.

Um molde pode ser uma unidade complexa, capaz de produzir moldagens na forma projetada, quando colocada na máquina de injeção.

Os sistemas funcionais de um molde incluem a zona moldante, espaço definido pela conjugação da cavidade e da bucha, que serão responsáveis pela forma das peças a produzir.

O sistema de centragem e guiamento, é o sistema que permite, por um lado, montar o molde na máquina, e por outro, ajustar as partes do molde, assegurando a reprodutibilidade dimensional das peças.

O sistema de alimentação é o sistema que permite a passagem do polímero desde o cilindro da máquina de injeção até às zonas moldantes, por forma a efetuar o seu enchimento.

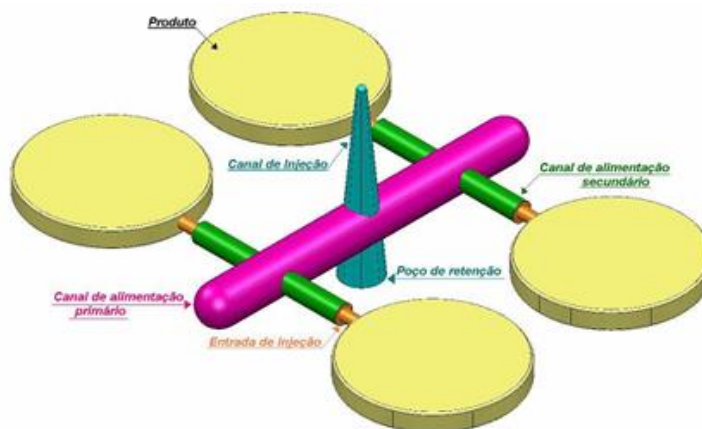


Figura 21- Gito e canais de alimentação esquema exemplo.

O sistema de escape de gases é o sistema permite que o ar existente nas zonas moldantes possa sair.

O sistema de controlo da temperatura ou de arrefecimento é o que contribui para o arrefecimento das peças.

O sistema de extração é aquele que permite a ejeção das peças.

A estrutura de um molde é constituída pelo conjunto de placas e calços, cujo número depende do tipo de molde.

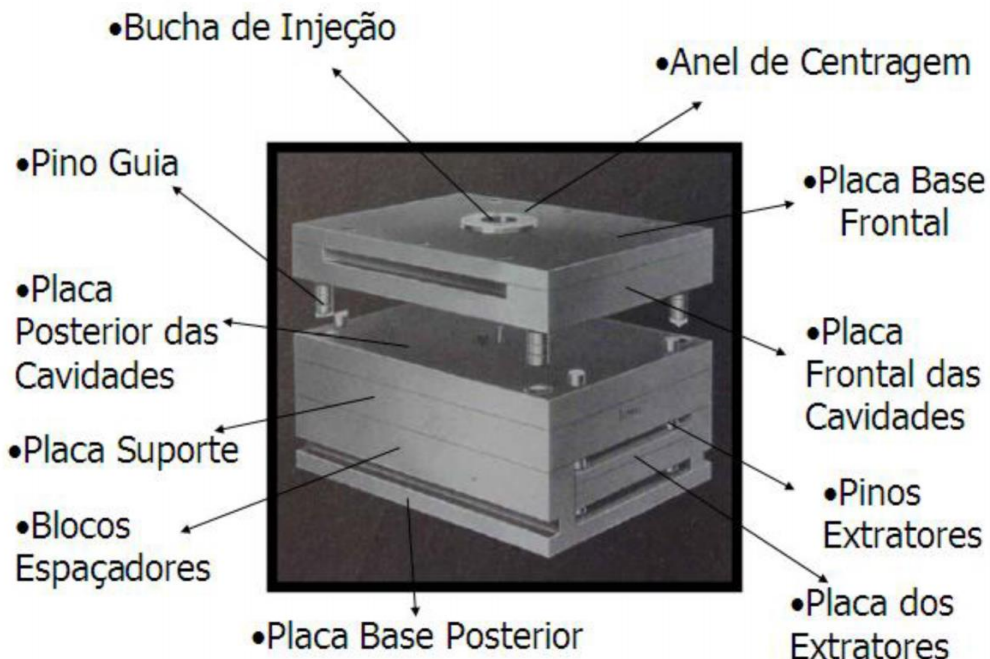


Figura 22 – Estrutura genérica de um molde para injeção de plásticos

A estrutura típica de um molde de duas placas, que é o tipo de molde mais simples, é constituída por uma parte fixa ou lado da injeção e por uma parte móvel ou lado da extração. A parte fixa é constituída pelas chapas de aperto da injeção e chapa das cavidades, a parte móvel é constituída pela chapa da bucha, chapa de reforço da bucha, calços e chapa de aperto da extração

Nas chapas das cavidades é maquinada a cavidade, denominada de gravação direta ou monobloco, no entanto a cavidade pode ser separada da bucha se a nível de conceção e desenvolvimento o justificar, assim como o processo produtivo também pode definir este princípio.

Na chapa das buchas também se pode maquinar a bucha na própria chapa ou um bloco separado da mesma, como podemos verificar nas figuras abaixo.

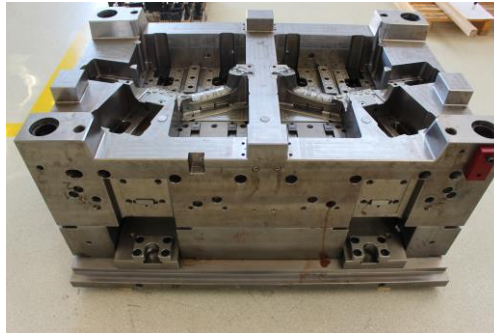


Figura 24 - Placa de cavidades



Figura 23 – Placa das Buchas

Os calços permitem definir o espaço necessário aos movimentos do sistema de extração e podem contribuir para a altura mínima do molde, exigível pela máquina onde vai ser instalado o molde.

Se o molde tiver extração mecânica ou hidráulica estas alturas poderão ser alteradas se, e se os cursos dos movimentos / balancés forem muito grandes.

Para dar rigidez ao conjunto, as chapas têm que ser aparafusadas e encavilhadas entre si, de forma a criar tantas partes quantas as necessárias ao tipo de molde em questão.

Os parafusos não deixam que as chapas se separem, mas devido às folgas existentes nas roscas e aos furos de passagem não impedem que possa haver um pequeno movimento relativo entre elas. As cavilhas, que entram justas nos furos, impedem esses movimentos mas não a separação das chapas. Assim, estes dois elementos devem andar sempre combinados.

No que diz respeito à fixação do molde à máquina a fixação de aperto do molde é feita com barras, que vão apertar a chapa 1 e 9, o que exige que estas sejam mais ou menos largas que as restantes chapas do molde.

Por outro lado, o prato se os pratos da máquina (onde vai apertar o molde) forem magnéticos, não existe essa necessidade.

E existe ainda o aperto a maquina feito com rasgos nas laterais no molde, segundo as especificações do cliente ou da planta da máquina injetora.

Assim podemos concluir que existem 3 tipos de moldes, os simples os especiais e os moldes para materiais especiais.

<b>Moldes Simples</b>
■ <u>Moldes Convencionais</u>
■ <u>Moldes de Múltiplas Cavidades</u>
■ <u>Moldes para Peças Redondas</u>
<b>Moldes Especiais</b>
■ <u>Moldes com Espessuras Finas</u>
■ <u>Moldes com Balançes e Movimentos</u>
■ <u>Moldes com Pré-Abertura</u>
■ <u>Moldes de Sandwish</u>
■ <u>Moldes para Roscados Interiores e Exteriores</u>
■ <u>Moldes com Mecanismos Especiais</u>
<b>Moldes para Materiais Especiais</b>
■ <u>Moldes para Fundição Injectada</u>
■ <u>Moldes para Fenólicos</u>

Tabela 1 – Tipos de moldes

Neste projeto iremos desenvolver um molde especial com balançes e movimentos e extração dos dois lados.

### 3.1. Processo produtivo de um molde:

---

Faremos agora uma introdução ao relatório tendo em conta o processo normal de produção de um molde num gabinete de projeto independente que e não tem uma produção associada diretamente, como já referi anteriormente.

O processo produtivo do molde deve ser dividido em várias fases de modo a serem executados planeamentos de acordo com as exigências / expectativas do cliente e o caderno de encargos ( jorge cadete,unipessoal,lda).

O processo de produtivo de um molde foi normalizado pela Jorge Cadete Unipessoal, como podemos verificar na figura 27, de modo a fasear o processo e torna-lo mais acessível e mais uniforme a todas as empresas com o objetivo de unificar metodologias de trabalho.

<b>Responsabilidades</b>
<b>1</b> – Departamento Comercial
<b>2 a 9</b> – Diretor Projeto
<b>10</b> – Cliente
<b>11</b> – Diretor Projeto, DQ
<b>12 a 18</b> – Diretor do Projeto
<b>19</b> – Cliente
<b>20, 21</b> – Diretor Projeto

<b>Documentos Associados</b>
<b>4</b> – Imp.10.4
<b>6 e 7</b> – Imp.10.7
<b>11</b> – Carimbo
<b>12</b> – Imp.10.5
<b>14,15 e 17</b> – Imp.10.7

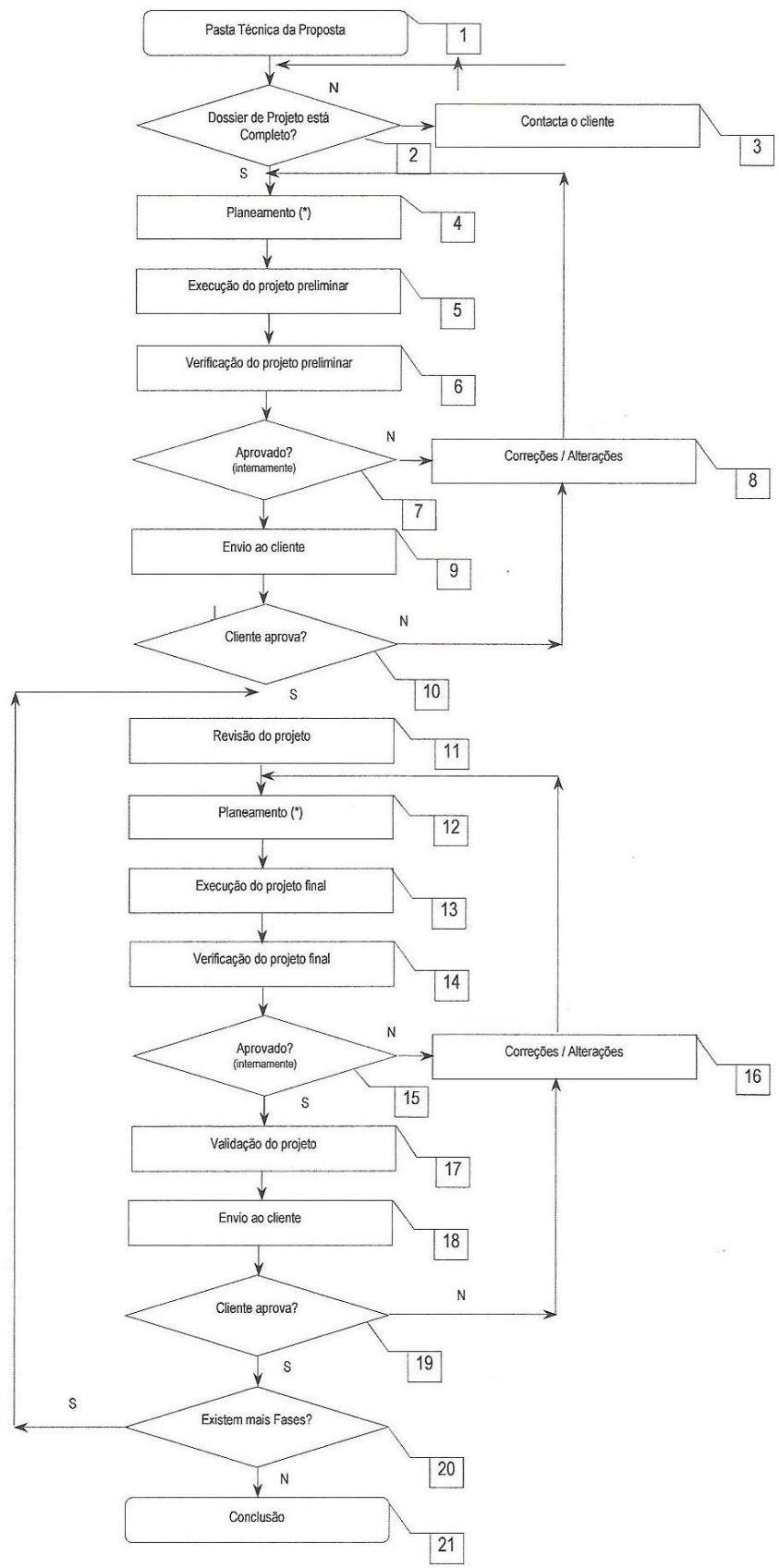


Figura 25– Esquema de execução de projeto segundo a norma da Jorge cadete unipessoal, instrução de trabalho 10.6-3.

**PROJECTO PRELIMINAR:** Dá indicação do funcionamento do projeto em traços gerais.

**PROJECTO FINAL:** Dá informação completa e final sobre o projeto. O desenvolvimento do projeto final tem início com a Revisão do Projeto. As introduções resultantes da Revisão do Projeto dão início à execução do projeto final.

**CORRECÇÕES AO PROJECTO:** Trabalho a fazer no projeto originado pelo não cumprimento do especificado. É da responsabilidade do executante.

**ALTERAÇÕES AO PROJECTO:** Trabalho a fazer no projeto originado por alteração nas especificações do mesmo. É da responsabilidade do cliente.

**1** – Após a adjudicação para execução do projeto o Departamento Comercial envia ao Diretor Projeto os elementos técnicos que serviram de base à proposta e necessários à execução do projeto.

**2 e 3** – O Diretor Projeto ao receber os elementos técnicos do projeto abre o Dossier de Projeto, analisa e verifica as especificações técnicas de modo a confirmar se existe ou não a necessidade em notificar o cliente para algum esclarecimento adicional e/ou fornecimento de elementos de trabalho para apoio durante a elaboração da versão preliminar. A documentação gerada durante a elaboração do projeto é arquivada no Dossier de Projeto.

**4** – O Diretor Projeto define a equipa que vai trabalhar no projeto e faz o planeamento da sua execução, tendo por base as informações e prazos acordados entre o Departamento Comercial e o Cliente.

**5** – Para se iniciar o preliminar é necessário que tenha sido feita a modelação das juntas principais e o grosso dos movimentos.

O projeto preliminar é executado tendo em consideração as especificações do cliente, a legislação, materiais a usar e outras especificações de ordem técnica.

Faz parte do preliminar a definição de:

- Aços, refrigeração, injeção, extratores, localização da zona moldante e os movimentos.

Os desenhos do projeto são feitos e controlados em regime de autocontrolo, em que cada interveniente é responsável pelo seu próprio trabalho, não significando porém que seja responsável pelo projeto global, dado que um determinado projeto poderá envolver mais do

que uma pessoa. Durante a execução do projeto preliminar, o Diretor Projeto efetua um acompanhamento contínuo da evolução do mesmo.

**6** – O projeto preliminar é sujeito a uma verificação efetuada pelos projetistas, em conformidade com a lista de verificação.

**7** – A aprovação interna do projeto preliminar é da responsabilidade do Diretor de Projeto, que, após análise e verificação pelo executante, verifica se todos os pontos do impresso correspondente estão devidamente esclarecidos, se a conceção do projeto é a mais adequada, se o projeto tal como está concebido é tecnicamente funcional e se está de acordo com o Dossier de Projeto. Após esta verificação, valida o documento.

**8** – Da verificação/aprovação interna do projeto preliminar podem resultar correções a introduzir no mesmo e que visam melhorar a conceção, ou seja a implementação dos comentários ao preliminar.

**9** – O projeto preliminar é enviado ao cliente para aprovação, quando aplicável. Caso o cliente demore a aprovação do projeto preliminar, o Diretor Projeto analisa a eventual afetação do prazo de entrega do projeto, informando o cliente do facto.

**10** – A aprovação do projeto preliminar por parte do cliente deve ser preferencialmente feita por escrito, podendo ser um fax / carta / E-mail ou outra. Se o cliente não aprovar o projeto preliminar, indica as alterações que pretende introduzir. O Diretor Projeto efetua as alterações solicitadas e submete novamente o projeto preliminar à aprovação do cliente. Caso as alterações sejam pouco relevantes são controladas pela JorgeCadete,unipessoal, com o acordo do cliente.

**11** – A Revisão do Projeto é feita para todos os projetos. A Revisão do Projeto consiste numa reunião onde o Diretor Projeto e a equipa interveniente apresentam o projeto (devidamente aprovado pelo Cliente, quando aplicável) para que possa ser analisado pelos envolvidos de modo a antever eventuais pontos críticos e encetar ações preventivas para que esses pontos críticos possam ser tratados da melhor maneira encontrada. A metodologia da reunião segue os pontos inscritos em carimbo próprio, que são: funcionamento do projeto, aspetos críticos do projeto, garantia do cumprimento das especificações dadas pelo cliente, simplificações do projeto e operações de execução a realizar no mesmo. As sugestões que possam surgir e que venham melhorar o funcionamento do projeto ou que facilitem a sua execução são anotadas no próprio projeto ou em ata de reunião para que sejam consideradas nos projetos a emitir posteriormente. Todos os intervenientes na Revisão do Projeto rubricam

o projeto. Para a reunião de Revisão do Projeto são convocados o Diretor Projeto, equipa de trabalho e outros, eventualmente necessários, dependendo de cada projeto.

**12 e 13** – Após a reunião da revisão o diretor de Projeto faz um planeamento mais detalhado da execução do projeto, quando necessário, ou elabora novo planeamento se estivermos em presença de uma nova fase do estudo.

Após o planeamento segue-se:

- a elaboração das listas preliminares, ou seja, listas para requisição de aços;
- 3D final – modelação, ou seja a modelação das zonas moldantes, a estrutura e acessórios; Esta modelação é sujeita a verificação, de acordo com o Imp.10.7. é da responsabilidade do Diretor de projeto ou Projetista a aprovação da modelação 3D final.

- Seguem-se os desenhos 2D das zonas moldantes, estrutura e acessórios não normalizados.

**14** – O projeto é sujeito a uma verificação final, efetuada pelos projetistas, em conformidade com a lista de verificação.

**15 e 16** – A aprovação interna do projeto final é da responsabilidade do Diretor de Projeto que após análise e verificação pelos intervenientes, verifica se todos os pontos do impresso correspondente estão devidamente esclarecidos, se as alterações solicitadas pelo Cliente na aprovação do projeto preliminar foram consideradas, se os comentários resultantes da Revisão do Projeto foram considerados, se os materiais utilizados estão de acordo com o especificado na Dossier de Projeto. Após esta verificação, rubrica o documento.

**17** – A validação do projeto é feita pelo diretor Projeto e é consequência da aprovação feita pelo cliente da fase anterior do projeto, quando aplicável, e realizada de acordo com as especificações do mesmo e da legislação.

**18** – O projeto final é enviado ao cliente para aprovação.

**19** – A aprovação do projeto final por parte do cliente é preferencialmente feita por escrito, podendo ser um fax / carta / E-mail ou outra. Se o cliente não aprovar os projetos finais, indica as alterações e/ou correções que pretende introduzir e o Diretor Projeto efetua no projeto as alterações/correções solicitadas. Caso sejam pouco relevantes estas são controladas pela equipa de intervenientes, com o acordo do cliente.

**20** – Se a fase em estudo não for a última e após aprovação por parte do cliente do projeto entregue dá-se início ao desenvolvimento da nova fase do projeto.

Quando o cliente aprova o projeto enviam-se aos intervenientes os ficheiros 3D e respetivos 2D, de acordo com o acordado com o cliente.

**21** – O projeto só termina com o pagamento da última fatura. Após o último pagamento o Diretor Projeto mantém em suporte informático os projetos finais enviados ao Cliente. Os projetos são arquivados no servidor e no disco externo com todos os ficheiros do cliente.

**NOTA1:** As etapas 9 e 10 só são feitas quando o cliente o solicita.

**NOTA2:** As interfaces técnicas de e para o cliente (feitas através de ficheiro informático) são asseguradas pelo Diretor Projeto

**NOTA3:** Os pedidos de alterações ou correções recebidas por email devem ser impressos, e após analisadas e implementadas, são arquivados nos respetivos processos do molde. Diariamente o Diretor Projeto verifica a implementação de todas as alterações ou correções e regista no próprio email.

### 3.2. Fases de fabrico de um molde:

	Fases do fabrico	Cliente	Comercial	Projeto	Produção
1	Consulta	x			
2	Orçamento		x		
3	Encomenda	x			
4	Informação da encomenda		x		
5	Anteprojecto			x	
6	Planeamento				x
7	Aprovação do anteprojecto	x			
8	Encomenda de materiais I				x
9	Preparação de Materiais				x
10	Desenho				
11	Encomenda de materiais II				
12	Traçagem				
13	Desbastes				
14	Furações				
15	Tratamento Térmico de redução de tensões				x
16	Retificação				x
17	Maquinação:				x
	Furacões				
	Fresagem				
	Cópia				
	Torneamento				
	Erosão				
18	Tratamento Térmico de Têmpera				x

19	Retificação final				x
20	Remanufatura				x
21	Ajustamento				x
22	Acabamento de superfícies				x
23	Montagem				x
24	Teste				x
25	Homologação	x			

Tabela 2 - Fases de Fabrico de molde (Jorge Cadete)

Na tabela em anexo (anexo 2) podemos verificar os requisitos mais importantes para a seleção do material.

REF.	Descrição	Propriedades	Observações
1	Chapa de aperto da injeção	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo usado para a obtenção da geometria final.
2	Chapa do carburador	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo para obtenção da geometria final.
3	Chapa da cavidade	Resistência mecânica Tenacidade Dureza Resistência à corrosão Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem e electro - erosão são os processos a usar para a obtenção da geometria final. A microestrutura do aço deve ser homogénea, assim como possuir dureza adequada para o polimento e desgaste.
4	Chapa da bucha	Resistência mecânica Tenacidade Dureza Resistência à corrosão Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem e electro - erosão são os processos usados para obtenção da geometria final. A microestrutura do aço deve ser homogénea, assim como possuir dureza adequada para o polimento e desgaste.
5 e 6	Calços	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo usado para obtenção da geometria final.
7	Chapa dos extratores	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo usado para obtenção da geometria final.
8	Chapa de aperto dos extratores	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo usado para obtenção da geometria final.
9	Chapa de aperto da extração	Resistência mecânica Tenacidade Processo de fabrico Custo	Solicitações ao nível de compressão, flexão e fadiga. A maquinagem será o processo para obtenção da geometria final.

Tabela 3 - Descrição das Chapas (Ver também tabelas em anexo (tabelas auxiliares))

A rigidez é um fator importante, que nos vai indicar qual a resistência que o material oferece para se deformar elasticamente. Juntamente com a tenacidade, que indica a capacidade do material resistir à progressão de uma fenda, são características que indicam a forma como o material irá resistir aos esforços aplicados.

## **4.Trabalhos Desenvolvidos:**

---

### **4.1. Apresentação do gabinete de projeto (Jorge Cadete Unipessoal, Lda.)**

---

A empresa Jorge Cadete Unipessoal Lda. foi constituída em Janeiro de 2014, mas efetivamente teve o seu início anos antes através do seu Gerente, Jorge Cadete

A sua carreira nesta indústria começou logo aos 15 anos, em 1991, quando terminou o 9º ano de escolaridade e frequentou o curso de fresadores profissional com a duração de 1 ano.

Este curso era financiado por 20 das melhores empresas de moldes na Marinha Grande na época, e quem o frequentava com aproveitamento, garantia a sua entrada direta em uma dessas empresas com o objetivo de pertencer aos quadros.

Foi o que aconteceu com o Senhor Jorge Cadete que acabou por pertencer aos quadros da empresa Somoltec.

O seu progresso a nível profissional foi rápido e consistente, tendo iniciado como fresador convencional, depois como operador CNC, operador de Centro de Maquinação, Programador de Comando Numérico, chefe de Secção de máquinas HSM, e por fim Projeto de Moldes.

No final de 2004 devido á empresa passar dificuldades financeiras, decide sair e estabelecer-se por conta própria como prestador de serviços a indústria nas áreas de Programação e Projeto.

Nessa altura exercia a atividade numa divisão da sua habitação pessoal, e em 2011 admitiu o seu 1º colaborador.

Felizmente o negócio foi crescendo e em 2014 sentiu a necessidade de criar empresa, mudar para um espaço físico com condições perfeitamente adaptadas para receber os seus clientes e admitir mais colaboradores, de forma a fazer face a demanda do mercado.

Neste momento a empresa conta com um total de 4 colaboradores incluindo o gerente, e tem a capacidade de executar em média 4 a 6 projetos de moldes por mês dependendo da complexidade e do tipo de projeto que os nossos clientes pretendam.

Uma vez que os projetos são cada vez mais executados tridimensionalmente com a ajuda de software dedicado a esta indústria, a procura das empresas por este tipo de serviço, tem aumentado.

Para além do projeto de moldes, a empresa presta também serviço nas áreas de planeamento e modelação de elérodos, desenvolvimento de produto e intermediação de moldes.

Como forma de garantir um serviço de qualidade, a Jorge Cadete Unipessoal, está neste momento no processo de obtenção de certificação de qualidade.

Isto vai permitir manter os clientes atuais, e atrair outro tipos de cliente, com projetos maiores, dessa forma conseguir parcerias duráveis com os nossos clientes.

O maior objetivo da certificação é conseguir que os nossos clientes tenham plena certeza que o serviço que prestamos é de elevada qualidade e responde às suas necessidades.

Para isso ser possível estamos a investir na formação de colaboradores não só pela passagem de conhecimento direto da parte do Senhor Jorge Cadete, mas também com formação no que diz respeito a software.

Algo que é de grande valor para se conseguir bons resultados, e a utilização de hardware e software atualizado e perfeitamente adaptado às exigências do mercado.

Nessa área no ano passado fizemos um grande investimento em novos equipamentos e atualização do existente.

Para o futuro temos como missão continuar a melhorar o serviço que prestamos, e oferecer outros serviços que ainda estão pouco explorados na indústria dos moldes.

Uma delas é o desenvolvimento de produto, uma vez que alguns clientes desta indústria tem ainda a necessidade de alguém passar para 3D as suas ideias.

Em suma estamos apostados na melhoria dos nossos serviços, em acompanhar as exigências do mercado, e para isso estamos empenhados em dar aos nossos colaboradores as ferramentas necessárias. Isso inclui formação, meios físicos e ao mesmo tempo reconhecer o seu empenho ao colaborar com a empresa.

## 4.2. Caso de estudo:

---

O processo de desenvolvimento de um projeto de molde é iniciado com base numa necessidade de mercado. O desenho preliminar do molde é o primeiro esboço do projeto onde se definem os aspetos principais tendo em conta os fatores anteriores e a durabilidade do próprio molde, se o número de injeções / moldações pretendidas for elevado, se for para uma grande produção é necessários que bucha e cavidade sejam encastradas no aço, o que garante uma maior durabilidade.



Figura 26 - Peça exemplo do molde a projetar enviada pelo cliente, peça para industria automóvel

## 4.3. Anteprojecto do molde:

---

Considerando os parâmetros estipulados pelo cliente, procedeu-se à elaboração de um desenho preliminar do molde, que é posteriormente aprovado pelo cliente. Após a aprovação do desenho preliminar, prosseguimos com uma modelação, desenvolvimento e conceção do molde. Os fatores que influenciam a construção da ferramenta são:

- 1- Contração da peça;

- 2- Posicionamento da peça;
- 3- Separação da peça em Bucha e cavidade e elementos moveis;
- 4- Geometria do molde, número de placas e posicionamento da peça;
- 5- Sistema de guiamento do molde/alinhamento;
- 6- Sistema de extração da peça;
- 7 -Sistema de refrigeração do molde.

### **Informação adicional complementar enviada pelo cliente**

Restante informação acerca dos Periféricos (fornecida pelo cliente).

- Chapas isolantes - 1+1
- Distribuidores Staubli – 1+1
- Microswitch Euchner – 2
- Contador de ciclos – 1
- Hidráulicos – Merkle
- Cavidade 1+1
- Contração 0.6%
- Extração hidráulica
- Acos cavidade / Bucha/ movimentos: 1.2343 temperado
- Chapas 2/3/8 1.2312
- Restantes chapas: 1.1730
- Acabamento zona visível – lixa 320; zona não visível lixa 240
- Maquina 660t

É de referir que a informação enviada pelo cliente, nomeadamente o seu caderno de encargos e especificações mais técnicas não, poderão constar neste relatório, uma vez que nos foi pedida confidencialidade, por parte do cliente final.

## 4.4. Contração da peça:

---

O material a ser injetado trata-se de um polipropileno (PC + ABS) que tem uma contração linear de 0,6 %. Esta contração deve ser compensada através da aplicação de um fator de 1.006 às cotas da peça.

Antes de projetar o molde, deverá ser realizada uma análise crítica acerca da peça a injetar, para identificar os pontos que possam prejudicar o projeto do molde ou melhorar o desempenho de produção, e para que considerados antes das fases de orçamentação e construção. Além de direcionar o projeto do molde e torná-lo o mais simples e robusto possível, esta análise permitirá evitar gastos e atrasos que poderiam ocorrer na fase de construção do molde.

A espessura das paredes tem uma grande influência no desempenho da peça, na aparência, nas condições de processamento, nos custos finais, e espessuras maiores proporcionam maiores tempos de ciclo e maior volume da peça.

### **Espessuras demasiado grossas causam:**

- Aumento do tempo de ciclo;
- Aumento dos custos finais;
- Defeitos nas peças (rechupes, vazios, etc).

### **Espessuras demasiado finas causam:**

- Falha de enchimento;
- Diminuição da resistência.

## 4.5. Ângulos de saída:

---

O projeto é iniciado com a elaboração da peça, é necessária a aplicação de ângulos de saída em primeira análise, para permitir a saída da peça da cavidade.

Podem existir detalhes na peça que podem impedir que a extração ocorra pelo simples movimento de avanço e recuo dos elementos de extração do molde, como extratores. Nestes casos são necessários elementos móveis que se deslocam em sentido diferente ao de abertura e fecho do molde, o que aumenta a complexidade desta ferramenta, o molde. A aplicação destes elementos ao molde torna o custo de fabricação maior, devido ao aumento da

complexidade do molde. No projeto da peça, sempre que possível, os detalhes negativos à extração devem ser evitados, para que o molde se torne mais simples e robusto, permitindo ao produto apresentar menos marcas de fecho e movimentos que se tornam necessários à sua extração.

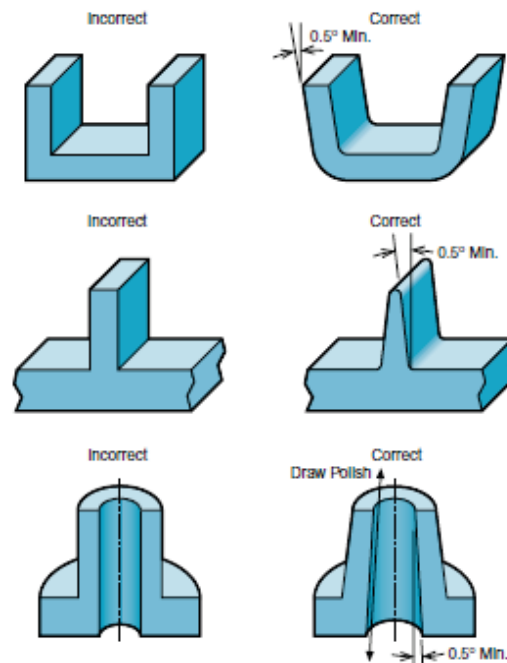


Figura 27 - Exemplos de saída corretas e incorretas na desmoldação

A análise de saídas e ângulos de desmoldação consiste na análise as saídas, da peça, com uma ferramenta do software, que tendo em conta o sentido de desmoldação, e a posição da peça no molde, nos ajuda a definir bucha e cavidade, assim como a sua separação e definição de movimentos auxiliares.

## 4.6. A definição da linha de junta e movimentos auxiliares:

---

Primeira análise da peça:

Após a análise de saídas e de ângulos de desmoldação, são analisadas as zonas negativas, que necessitam de movimentos auxiliares para desmoldarem como podemos verificar na figura 29.

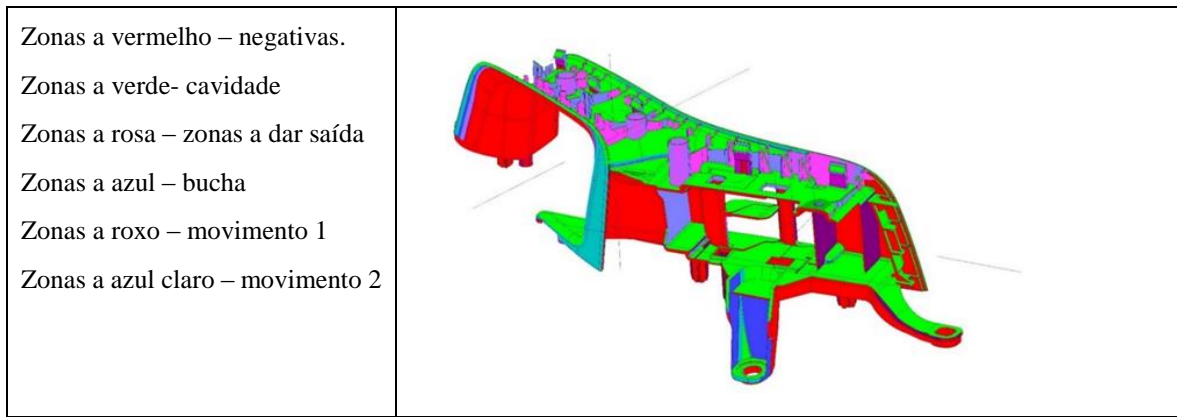


Figura 28 – Análise de ângulos de saídas e zonas negativas no artigo

Para dar uma boa desmoldação a peça convencionou-se que o artigo deverá ter no mínimo 0.5 graus de saída (nas paredes laterais)

E nas zonas de “justamento” para evitar gripados com o funcionamento do molde. Convencionou se também que o valor mínimo para estas saídas será de 3 graus de saídas.

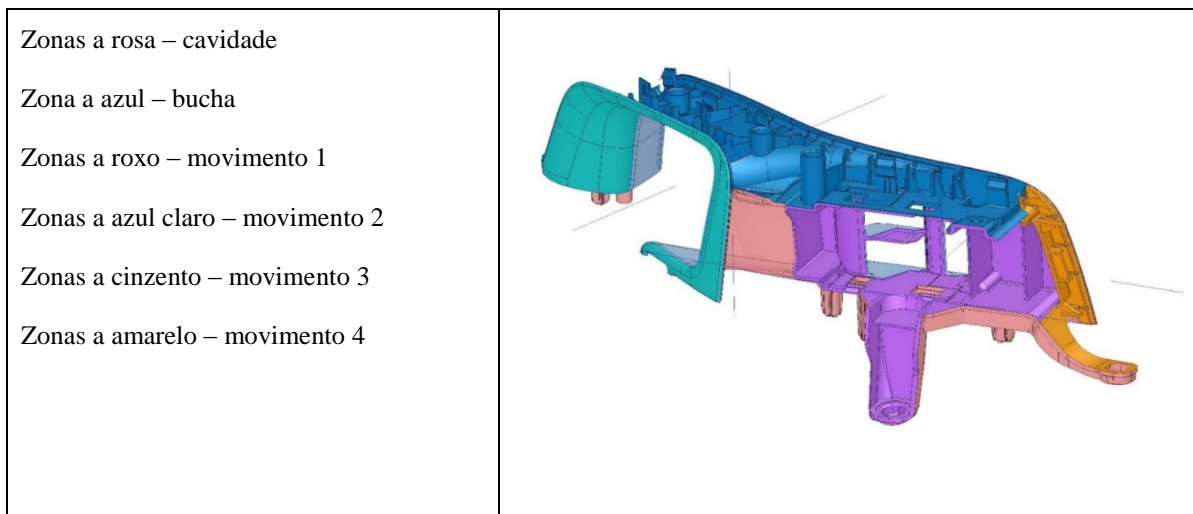


Figura 29 – Definição dos movimentos e suas direções de desmoldação por cores.

A linha de junta ou de separação da bucha e da cavidade é definida nesta fase inicial.

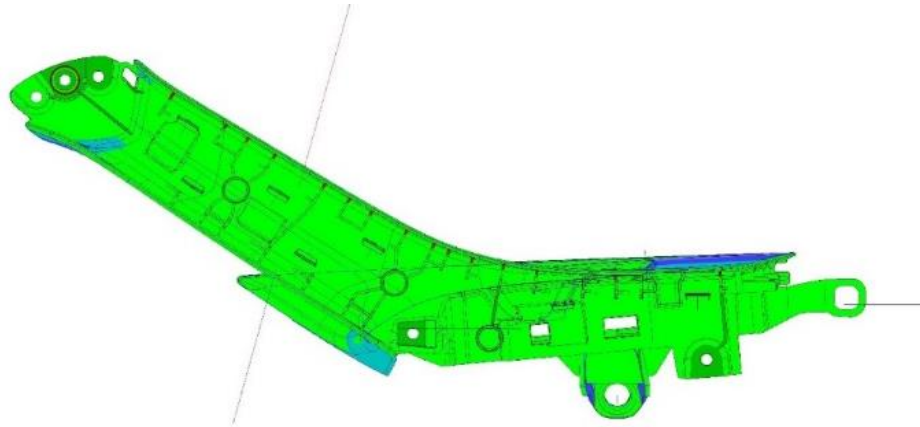


Figura 30 - Definição de bucha, a verde.

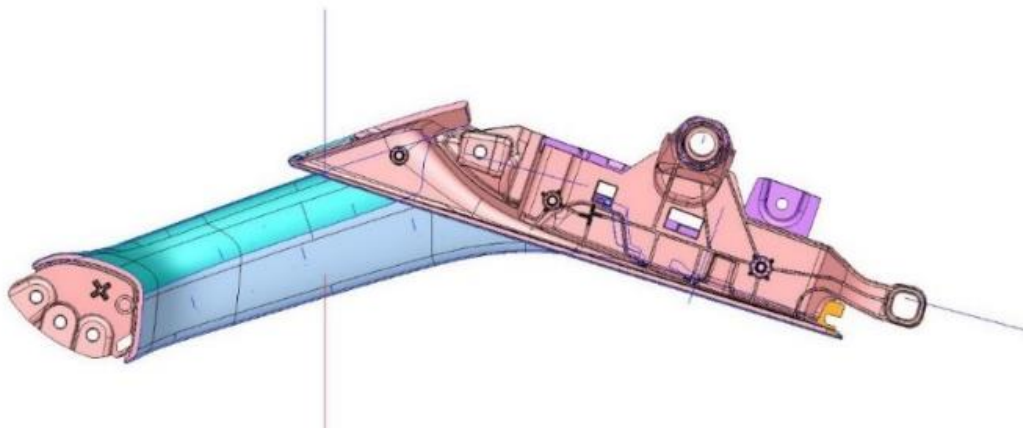


Figura 31 – Definição de cavidade a cor-de-rosa.

## 4.7. Dimensionar o molde:

---

Neste subcapítulo vamos falar da dimensão do molde e conseqüentemente as dimensões das chapas da estrutura tendo em conta as medidas da máquina de injeção e as suas colunas.

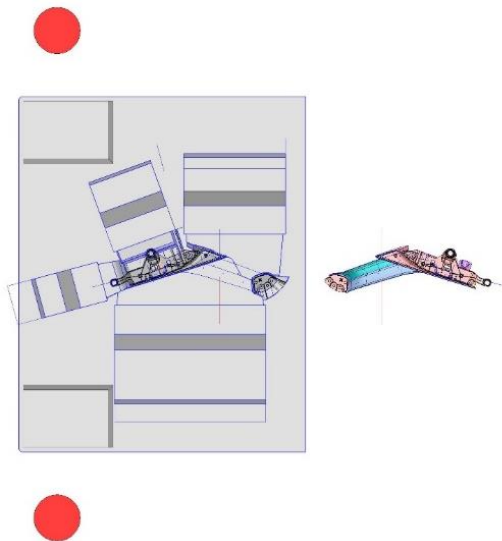


Figura 32 - Dimensionamento dos artigos, linha de junta com as colunas máquina de injeção

Nos moldes com partes móveis, são aplicados maiores detalhes, como neste caso.

Após estas definições iniciais segue-se o envio do preliminar ao cliente e para a sua aprovação, conceptual assim como os materiais e acessórios utilizados. Segue-se a elaboração das listas de Acos, para orçamentação. Para esta lista serão necessárias as medidas máximas de todas as chapas, estrutura e zonas moldantes, bucha cavidade elementos móveis e balances, para orçamentação, numa primeira fase são os componentes de maior dimensão

Após a aprovação do cliente começa o processo de desenvolvimento do molde, são definidos os movimentos mecânicos e hidráulicos e são calculados os seus cursos, os sistemas de alimentação, os sistemas de arrefecimento e sistema de extração e definição dos componentes standards.

## 4.8. Materiais do molde:

---

Objetivo definir os materiais a utilizar no molde.

Sendo a maquinação o processo mais usado na obtenção da geometria, o material escolhido deve ter a capacidade de ser facilmente maquinado, mas esta escolha esta dependente da durabilidade da ferramenta, do tipo de material a injetar e do tipo de industria alvo, assim como, as exigências do cliente.

O processo de fabrico de um componente vai influenciar o seu custo e tempo de fabrico por isso o processo de fabrico é um requisito importante.

Um dos aspetos importantes é o custo (deve ser o mais baixo) da matéria-prima que deve estar ligado à seleção do material.

Os Requisitos para a definição e escolha do material da estrutura e chapas são essencialmente a quantidade de peças a produzir, ou seja os milhares de ciclos que esta ferramenta vai realizar tendo em conta a força de fecho irão refletir-se em esforços consideráveis para as chapas a nível da tensão aplicada, de flexão e fadiga.

As chapas da cavidade são exigentes ao nível das propriedades que devem patentear.

A dureza é um importante fator, devido ao desgaste e ao grau de polimento que a cavidade deve apresentar.

A resistência à corrosão é também um fator importante, devido aos canais de água que atravessam as placas da cavidade, a fatores atmosféricos e aos gases que se libertam durante e após a injeção.

A condutividade térmica é também muito importante para que a transferência da energia acumulada na forma de calor, proveniente da injeção do plástico, saia da zona, permitindo reduzir o tempo de ciclo. A capacidade de ser sujeito a tratamentos térmicos como têmpera e revenidos é fundamental, assim como permitir texturização da sua superfície.

## **4.9. Seleção dos materiais para as diferentes zonas do molde:**

---

Os materiais utilizados no molde dependem da geometria da peça a obter, da matéria-prima a injetar, da cadência de fabrico, do acabamento superficial requerido e dos esforços a que o molde irá estar sujeito, como a referi anteriormente.

No entanto o cliente, ao prever estas condições, já indica normalmente os materiais, com o intuito de normalizar as suas ferramentas, o que se pode traduzir no facto de os materiais escolhidos poderem não ser os melhores, atendendo às suas características mecânicas e químicas, para o tipo de peça a injetar.

Na injeção de plásticos são aplicadas altas pressões, que podem variar entre os 300 e 1400 MPa, com elevadas forças de fecho.

Os materiais do molde devem ser tenazes e resistentes às tensões de compressão e flexão existentes, assim como à fadiga. As elevadas séries de produção, juntamente com os efeitos de erosão do plástico, podem implicar um grande desgaste, que pode ser atenuado com uma dureza superficial adequada.

Os materiais têm uma grande influência no tempo de fabrico e no acabamento final. Materiais difíceis de maquinar aumentam o tempo de fabrico, mas melhoram o desgaste das ferramentas utilizadas.

Podemos destacar ligas com uma elevada dureza ou ligas de aço inoxidável que, devido à presença de carbonetos, dificultam a maquinação. Contudo, a dureza é necessária para minimizar o desgaste e para melhorar o acabamento final, pelo que, no polimento da cavidade, a dureza elevada é fundamental. Aços com estrutura dendrítica mais macia e superfícies com alto teor de carbono ou com inclusões diminuem a qualidade final das peças polidas.

Os materiais usados no molde têm que possuir características que, desde o início, assegurem as propriedades requeridas.

Os materiais metálicos, em geral, possuem:

- Boa resistência ao desgaste;
- Elevado ponto de fusão;
- Elevada tenacidade;
- Elevada rigidez;
- Facilidade de obtenção (disponibilidade no mercado);
- Facilidade de processamento.

## **4.10. Seleção de componentes standards:**

---

Após a definição da linha de junta, e delineados os movimentos segue-se a seleção de Componentes normalizados para aplicação no molde.

A aplicação de componentes normalizados permite a diminuição do tempo de fabrico do molde, assim como o seu custo.

Existe uma vasta oferta de acessórios e componentes, nos quais podemos destacar:

- Estruturas; ou chapas;
- Guiamento /centragem;

- Injeção;
- Refrigeração;
- Extração.
- Movimentos
- Balances
- Extração da injeção
- Datadores

## 4.11. Estrutura:

---



Figura 33 - Estrutura, chapas principais do molde.

A estrutura é um sistema composto de chapas e diversos acessórios que tem como função suportar os elementos moldantes e os sistemas funcionais do molde.

Basicamente, uma estrutura é composta: por chapas que servem de suporte aos elementos moldantes e ao sistema de injeção, e que lhe permite ser montada na máquina de injeção de materiais plásticos; e ainda por calços que permitem criar um espaço necessário à movimentação do sistema de extração. Todo este conjunto de chapas e calços são fixados, guiados e transportados pelos respectivos acessórios, normalizados ou não.

O número de chapas a usar depende essencialmente do tipo de molde a executar, verificando-se que o uso de uma configuração de molde de duas placas é o mais adequado. O molde será constituído por um total de 8 chapas, nas quais se vão alojar todos os componentes da ferramenta.

<b>Chapas</b>
■ Chapa de Aperto da Injeção (Chapa nº 1)
■ Chapa das Cavidades (Chapa nº 2)
■ Chapa das Buchas (Chapa nº 3)
■ Chapa de Reforço das Buchas (Chapa nº 4)
■ Calços (Chapa nº 5)
■ Chapa dos Extractores (Chapa nº 7)
■ Chapa de Aperto dos Extractores (Chapa nº 8)
■ Chapa de Aperto da Extração (Chapa nº 9)
■ Chapa Móvel da Injecção (Chapa nº 10)
■ Chapa Móvel da Extração (Chapa nº 11)
<b>Elementos Redondos</b>
■ Suportes (Peça nº 12)
■ Anel de Centragem - Lado da Injecção (Peça nº 32)
■ Anel de Centragem - Lado da Extração (Peça nº 32-1)
<b>Acessórios de Transporte</b>
■ Olhal
■ Barra de Transporte (Peça nº 0)
<b>Acessórios de Guiamento</b>
■ Guias Principais (Peças nº 16)
■ Guia Inclinada (Peça nº 20)
■ Casquilhos de Guias (Peça nº 25)
■ Casquilhos de Pernos (Peça nº 79)
■ Barra Limite (Peça nº 66)

■ Barra de Deslize (Peça n° 61)
■ Barra de Ajuste do Elemento Móvel (Peça n° 56)
■ Barra de Ajuste do Balancé (Peça n° 57)
■ Cavilhas
<b>Acessórios de Imobilização</b>
■ Barras de Fecho (Peças n° 50)
■ Blocos de Travamento Cilíndricos (Peças n° 48/49)
■ Blocos de Travamento Prismáticos (Peças n° 48-1/49-1)
■ Blocos de Travamento Laterais (Peça n° 48-2/49-2)
■ Parafusos Limitadores de Curso (Peça n° 41)
■ Pernos Limitadores de Esfera
■ Pernos de Prisão (Peça n° 76)
■ Pernos de Retorno (Peça n° 30)
■ Freios
<b>Acessórios de Ligação</b>
■ Parafusos de Cabeça Cilíndrica
■ Parafusos de Cabeça Cónica
■ Pernos Roscados
■ Anilhas
■ Anel de Ajuste do Injector (Peça n° 34)

Tabela 4 – Componentes do molde

A chapa 1 tem como principal função fixar o lado da injeção do molde ao prato da máquina de injeção, através das abas criadas pelos rasgos ou rebaixos na placa 2; a fixação do anel de centragem, o alojamento do bico de injeção; alojamento para as cabeças dos parafusos que proporcionam a união do molde.

Devidas as suas elevadas dimensões 1196.00x 896x56 não existem estrutura standard para este molde, logo as chapas, ou blocos de aço foram comprados em bruto.

A chapa 2, chapa do carburador, tem como dimensões: 1196.00 X 746.00 X 86.00 (fora de standard). Proporciona a fixação do carburador e ou sistema de injeção do molde, o alojamento da chapas da extração da injeção, o alojamento dos cilindros hidráulicos da extração da injeção, o alojamento dos circuitos dos óleos dos hidráulicos da extração da injeção e o alojamento da guia da extração da injeção

Chapa 2, a chapa das cavidades, tem como dimensões: 1196.00 X 746.00 X 274.00 (também fora de standard). Proporciona a fixação das cavidades, o alojamento das guias principais do molde, o alojamento dos Interlock e zonas de travamento do molde, o alojamento das guias inclinadas dos movimentos e blocos de encosto, o alojamento das barras de ajuste e barras a junta e a extração da injeção.

A Chapa 7 - a chapa dos extratores da extração da injeção- proporciona o alojamento dos extratores, o alojamento do casquilho da extração e o alojamento dos suportes de pilar.

A Chapa 8 - chapa de aperto dos extratores da extração da injeção, proporciona o alojamento dos suportes de pilar e o alojamento dos p8.

A Chapa 3 - chapa das buchas – proporciona o alojamento das buchas, o alojamento das fixações das cavidades, dos calços e da chapa 9, o alojamento dos movimentos elementos móveis, balancés e seus acessórios, o alojamentos dos postiços, neste caso dos pernos moldantes, o alojamento das barras de ajuste ajunta e dos interlocks e o alojamento das barras extratoras

Na Chapa 5/6 a função dos calços é fornecer o curso da extração, que permita a abertura do molde, e a desmoldação da peça. Proporciona o alojamento dos P005 e P009

A Chapa 7 - chapa dos extratores - tem por função, conjuntamente com a chapa de aperto dos extratores, fazer a extração da peça. Proporciona o alojamento dos extratores, o alojamento do casquilho da extração e o alojamento dos suportes de pilar.

A Chapas 8 - chapa de apero dos extratores – proporciona o alojamento dos suportes de pilar e o alojamento dos p8.

Por ultimo a Chapa 9 - chapa de aperto da extração – proporciona o alojamento da guia da extração, o alojamento dosP9 e p5, o suporte dos calços e o alojamento dos suportes de pilar

O molde é assim constituído por várias chapas. Estas são adjacentes às chapas das cavidades e das buchas e têm por função fornecer ao molde uma maior resistência e permitir a criação de alojamentos para muitos dos componentes (extratores, posições, cavilhas, guias, etc.) necessários ao correto funcionamento do mesmo. As propriedades requeridas são menos exigentes do que as da cavidade, sendo mais relevantes aquelas que garantem a resistência aos esforços a que a ferramenta está sujeita.

## 4.12. Sistema de guiamento (guias principais do molde):

O sistema de guiamento permite o ajuste das partes móveis do molde e evita desencontros, que podem originar defeitos na peça, podem também ser definido como sistema de centramento do molde, pois as guias principais, ajudam na sua montagem e no seu fecho.

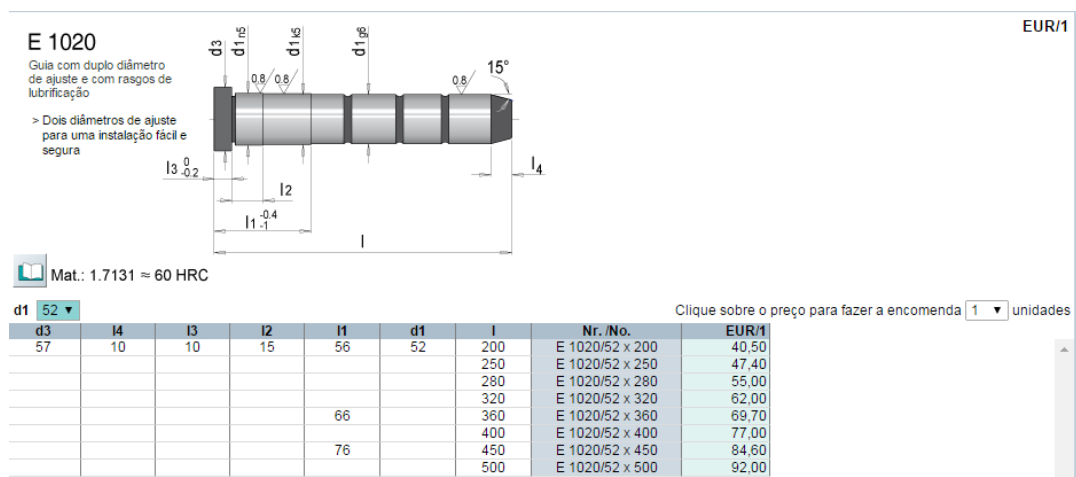


Figura 34 - Guias principais do molde, componente nº 16

O comprimento das guias depende da posição da peça no momento de extração, assim como das suas dimensões.

Associadas ao casquilho, asseguram o guiamento das chapas extratoras no decorrer da sua movimentação.

Quanto às especificações técnicas as guias das chapas extratoras são escolhidas em função do tamanho e funcionamento do molde.

Devem ser robustas, estando o seu comprimento dependente do vão de extração, uma vez que encaixam ligeiramente na chapa 3 ou, no caso de existir, na chapa 4.

As guias são normalmente fabricadas em aço W.Nº 1.2311 ou 1.2312 (Nitrurado) ou 1.5919 (cementado).

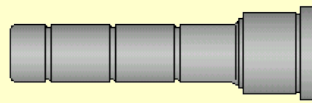


Figura 35 - Guia de 2 corpos

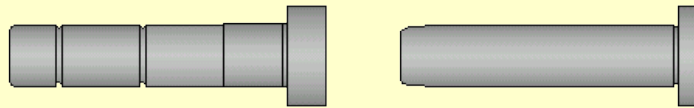


Figura 36 - Guia de 1 corpo com ou sem sulcos de lubrificação

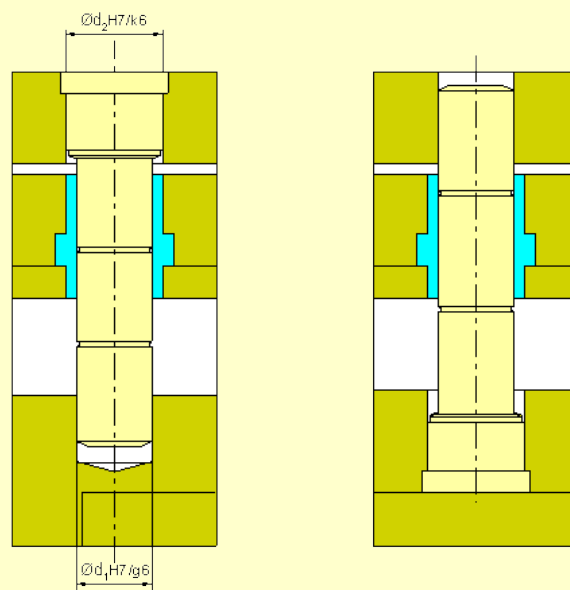


Figura 37 - Corte nas Guias e casquilhos, e tolerâncias de funcionamento

Neste caso para segurança das zonas moldante e as guias principais devem entrar entre primeiramente no seu alojamento, antes da guia do movimento.

O fato da guia principal entrar primeiro no molde faz com que seja uma proteção para o movimento evitando moças, e evitam também que a guia inclinada, do movimento se parta ou “engembre.”.

**E 1110**  
Casquilho sem centrador da guia principal

> Dois diâmetros de ajuste para uma instalação fácil e segura  
> Com ranhura para o freio E 1575

Mat.: 1.7131 ≈ 60 HRC

Clique sobre o preço para fazer a encomenda  +  unidades

d1	l2	l3	l4	d3	d1	d2	l	Nr. No.	d2.	Nr. No.	EUR/1
-	10	38	71	66	50	56		E 1110/50- 56	52	E 1110/52- 56	30,80
		48				66		E 1110/50- 66		E 1110/52- 66	36,20
		58				76		E 1110/50- 76		E 1110/52- 76	41,80
		68				86		E 1110/50- 86		E 1110/52- 86	47,20
		78				96		E 1110/50- 96		E 1110/52- 96	52,50
		98				116		E 1110/50-116		E 1110/52-116	63,20
116		118				136		E 1110/50-136		E 1110/52-136	73,90
		138				156		E 1110/50-156		E 1110/52-156	84,90
		158				176		E 1110/50-176		E 1110/52-176	95,80
		178				196		E 1110/50-196		E 1110/52-196	107,00
		198				216		E 1110/50-216		E 1110/52-216	117,50
		218				236		E 1110/50-236		E 1110/52-236	125,30
		228				246		E 1110/50-246		E 1110/52-246	129,10
		238				256		E 1110/50-256		E 1110/52-256	132,90

Figura 38 - Casquilho da guia principal.

Os casquilhos estão associados às guias principais e, têm por função assegurar o guiamento das chapas durante o seu movimento, assim como assegurar a abertura do molde e saída da peça sem dificuldade. Quanto às suas especificações técnicas os casquilhos são escolhidos em função das guias e do tamanho do molde.

Existem vários tipos de materiais em que podem ser fabricados os casquilhos:

- Aço de cementação W.Nº 1.5919 (DIN 15CrNi 6)
- Bronze grafitado W.Nº 2.0975 (DIN CuAl 10Ni) - casquilho Auto lubrificado
- Aço W.Nº 1.3505 (DIN 100Cr 6) - para guiamento com saída de esferas

O ca quilho em conjunto com a guia, o seu funcionamento obedece a um ajustamento H7/g6.

## 4.13. Guiamento e ajuste (extração):

Os aspetos a ter em conta na caracterização do guiamento e ajuste do molde são:

- Aplicação de 4 guias principais para o guiamento do molde (Figura infra);
- Aplicação de 4 casquilhos das guias principais, nos quais as guias vão deslizar (Figura infra);
- Aplicação de 6 guias para o guiamento da extração do molde (Figura infra);

- Aplicação de 6 casquilhos das guias da extração, nos quais as guias vão deslizar (Figura infra);
- Aplicação de faces inclinadas com fases de travamento para garantir o ajuste no momento do fecho do molde (Figura infra);
- Aplicação de barras de ajuste em cada face de travamento;
- As guias principais são fixas pela chapa 2 (Figura infra).

**HASCO**  
Enabling with System.

About HASCO Shop Sign Out English

My HASCO Favourites View cart QuickOrder Contact

K P Z Assistant Custom made Hot runner

I'm looking for

HOME > PRODUCT CATALOGUE > Z > DEMOULDING > SCHEBERSYSTEM > SCHRÄGSÄULEN > Z01/D1X1

**Z01/d1x1**  
Guide pillar, Angle Pin

Information brochure PDF: 250.7KB  
Media library

d1: 40, l1: 240

k1	t2	t1	t2	d4	d2	d1	l1	Product number	Price	Quantity	Shopping cart	CAD data
15	41	32	10	48	M16	40	240	Z01/40x240	€39.08	1		

Figura 39 - Guias da extração, componente nº 23

**HASCO**  
Enabling with System.

About HASCO Shop Sign Out English

My HASCO Favourites View cart QuickOrder Contact

K P Z Assistant Custom made Hot runner

I'm looking for

HOME > PRODUCT CATALOGUE > Z > GUIDE ELEMENTS > GUIDE BUSHINGS > Z1000WL2XD1

**Z1000W/l2xd1**  
Guide bush, shouldered, self-lubricating

Information brochure PDF: 123.4KB  
Media library

l2: 46, d1: 40, 3+1 set: No

k1	l4	l3	l1	d4	d3	l2	d1	Product number	Price	Quantity	Shopping cart
10	56	10	56	60	54	46	40	Z1000W/46x40	€58.26	1	

Figura 40 - Casquilhos da extração, componente nº 29

Associados à guia, os casquilhos têm por função assegurar o guiamento das chapas extratoras durante o seu movimento de extração.

Quanto às suas especificações técnicas os casquilhos são escolhidos em função das guias e do tamanho do molde.

Existem vários tipos de materiais em que podem ser fabricados os casquilhos:

- Aço de cementação W.Nº 1.5919 (DIN 15CrNi 6)
- Bronze grafitado W.Nº 2.0975 (DIN CuAl 10Ni) - casquilho Auto lubrificado
- Aço W.Nº 1.3505 (DIN 100Cr 6) - para guiamento com saída de esferas

O casquilho em conjunto com a guia, obedece a um ajustamento H7/g6.

**HASCO**  
Enabling with System.

HOME > PRODUCT CATALOGUE > Z > GENERAL MOULD COMPONENTS > STÜTZSÄULEN > Z57/D1XH1

**Z57/d1xh1**  
Support pillar, with thread and dowel hole

Information brochure PDF, 196.3KB  
Media library

l3	l1	d3	d2	d1	h1	Product number	Price	Quantity	Shopping cart	CAD data
20	20	12	M12	80	156	<b>Z57/80x156</b>	€45,90	1		

Figura 41 - Suporte de pilar, componente nº 12

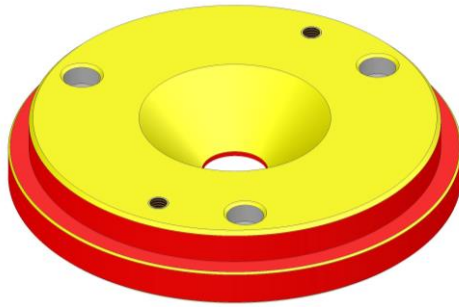


Figura 42 – Anel. Fora de standard, componente nº 32 e 032ª

Nesta figura o componente 032 tem a função de centrar o lado da injeção do molde, com a máquina de injeção e o componente 032ª tem a função de centrar o lado da extração do molde, com a máquina de injeção.

## 4.14. Normalização das fixações do molde:

Nas seguintes figuras podemos verificar os tipos de parafusos utilizados no molde.

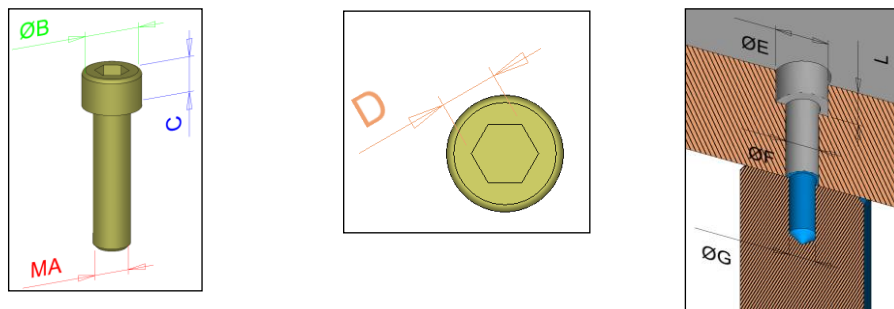


Figura 43 - Exemplos do parafuso de cabeça cilíndrica

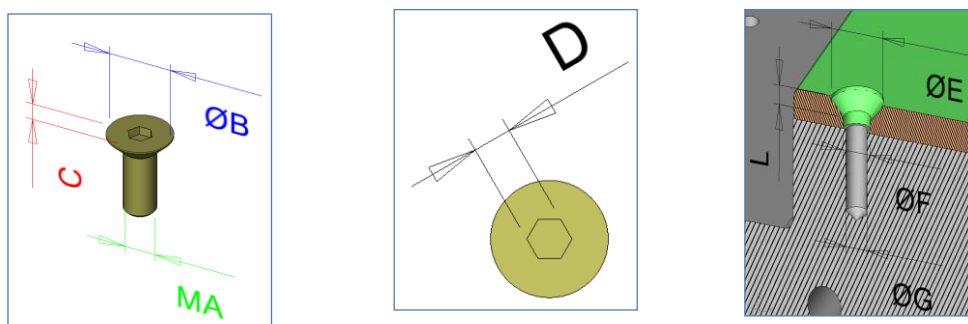


Figura 44 - Exemplos de parafusos de cabeça de embutir

Fixações principais da estrutura do molde e suas numerações.

P1 parafuso de aperto da chapa de injeção

P5 parafuso de aperto dos calços

P9 parafuso de aperto das chapas das chapas de aperto da extração

P8 parafuso de aperto das chapas de aperto dos extratores

## 4.15. Sistema de injeção do molde (Merkel):

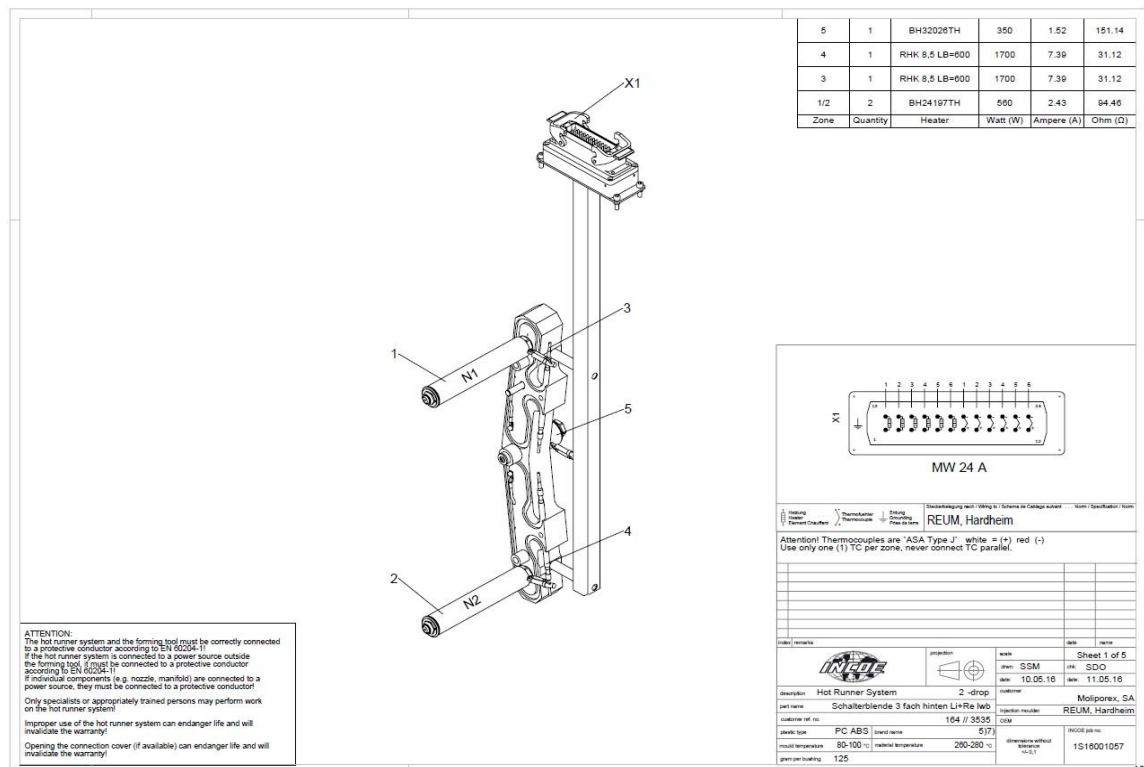


Figura 45 - Sistema de Injeção

A Seleção do sistema de injeção regra geral depende do tipo de peça e o tipo de indústria, mas o cliente normalmente envia as suas especificações e caderno de encargos já com estes pontos definidos, incluindo fornecedores ou as próprias marcas certificadas.

O injetor é uma peça normalizada, como podemos ver na imagem acima, pelo que deveremos adequar a altura das placas às características geométricas do injetor. O orifício de injeção tem um determinado diâmetro, a respeitar, para evitar anomalias no enchimento e rebarba no ponto de enchimento.

Este sistema é cabulado ou seja é necessário abrir uma caixa de alojamento na chapa 002 A, e para passagem dos fios para a sua parte elétrica, os fios de ligação a ficha elétrica.

Existem vários tipos de injeção, e neste caso as considerações a ter são:

O ponto de injeção, a minimização da marca de injeção; a adequação para a injeção consoante o tipo de material a injetar; a melhor produtividade; assim como a melhor qualidade da peça (maior homogeneização do material); e por fim a redução do tempo de ciclo de injeção.

Aplicação do sistema de injeção no molde como podemos ver na imagem em corte, onde podemos verificar a injeção direta e canal do gito que fica na peça, a amarelo.

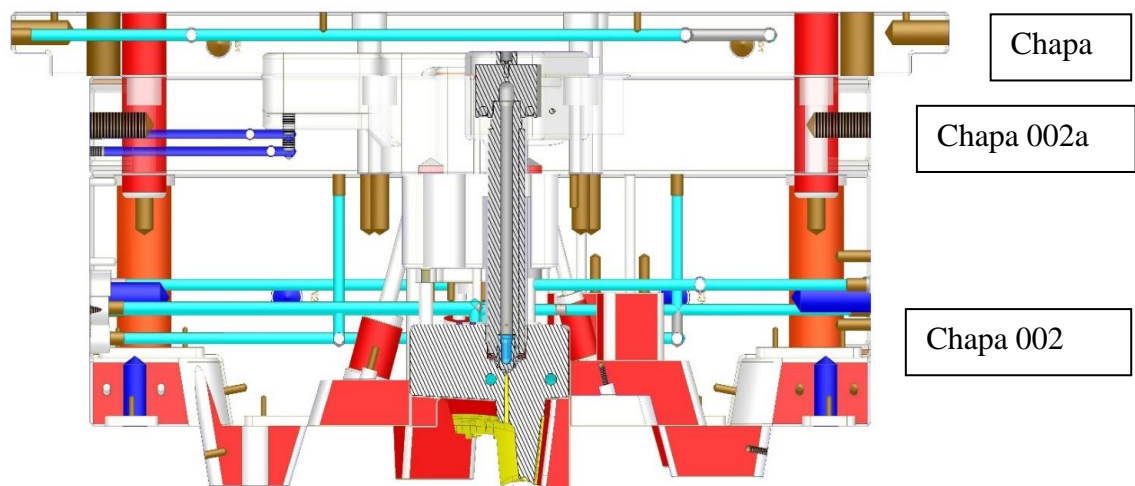


Figura 46 – Corte no sistema de injeção implementado no molde.

O Sistema de canal quente é composto por uma placa que contém os canais de distribuição, bicos e outros elementos. O material é mantido quente dentro dos canais, pronto para ser injetado nos ciclos seguintes (Figura 47).

Este sistema é caracterizado por:

- Aplicação em moldes de múltiplas cavidades e para alta produção;
- Permite ciclos mais rápidos;
- Economia de material;
- A peça não necessita de operações posteriores (remoção dos canais);
- Custo do molde é superior;
- Para modificar a cor do produto a injetar é necessário desmontar e limpar.

O ponto de injeção fica no interior da peça, zona não visível, por especificação do cliente.

No caso de injeção direta ou por rosca são usadas pressões de injeção mais baixas com o objetivo de as perdas de material no cilindro serem menores.

No entanto existem vários tipos de pontos de injeção que dependendo das especificações do cliente tem de ser adaptadas pelo projetista.

## **4.16. Sistemas de alimentação tipos de injeção:**

---

O sistema de alimentação é o percurso que o material percorre para chegar à cavidade. O material sai do cilindro da máquina, passa pelo bico de injeção, pelos canais de injeção, e entra por um orifício de injeção na cavidade. Nem todos os sistemas de alimentação podem ser assim descritos, pois existem sistemas que são mais adequados do que outros, tendo em conta a geometria da peça, o material a injetar, o número de cavidades e tipo de produção.

Neste sistema, o material flui diretamente para a cavidade, sendo usado essencialmente em peças com grande volume.

Seguidamente serão destacados alguns dos sistemas de alimentação direta e indireta.

Os tipos de alimentação direta são:

- Entrada direta;
- Entrada restrita com câmara quente;
- Corpo aquecido;
- Canais quentes.

Nos canais de indireta a alimentação devem ser o mais curtos possível, para evitar perdas de pressão e calor, devem permitir fácil ejeção do canal de alimentação, devem permitir um enchimento balanceado das cavidades de modo a reduzir perdas de material e devem também maximizar a eficiência da energia consumida.

O poço frio evita que o material frio, que arrefeceu na extremidade do bico de injeção, entre nos canais ou cavidade. Ao mesmo tempo, favorece a extração do canal da bucha.

Os canais de distribuição unem o canal da bucha aos orifícios de injeção. Todos os canais devem ser polidos na direção em que flui o plástico, facilitando o deslocamento do fundido.

As dimensões dos canais dependem do volume e do comprimento da peça, da capacidade da máquina e do orifício de injeção. Normalmente, os canais variam entre 3 e 15 mm de diâmetro, e esta dimensão nunca é menor do que a largura da maior espessura de parede da peça.

## **4.17. Entrada ou ponto de injeção:**

---

A entrada ou ponto de injeção conecta os canais de distribuição à cavidade. A seção da entrada é muito menor do que a dos canais. Esta diminuição de seção permite:

- Que o material arrefeça na entrada, após o enchimento da cavidade;
- A separação dos canais de alimentação de forma manual ou automática;
- Reduzir a marca de injeção no produto.

A dimensão do ponto de injeção depende das Características do material, da espessura da parede da peça, do Volume da peça, da temperatura do material, e da temperatura do molde.

Como tal foi necessário pesquisar todos os tipos de entradas de material, que podem assumir as seguintes configurações:

- Entrada restrita;
- Entrada em diagrama;
- Entrada capilar;
- Entrada em anel;
- Entrada tipo unha de gato;
- Entrada em cunha;
- Entrada em aba;
- Entrada submarina;
- Entrada em leque.

Os canais de distribuição e de ataque (gate) podem ser feitos de várias formas e requerem cuidados e considerações especiais para cada moldagem específica. Algumas formas de canais de ataque são especiais e são adotadas para servir a moldagens particulares, entretanto, são variações das formas básicas. O canal de ataque é um ponto de extrema relevância nos projetos de molde de injeção, por estar diretamente ligado à quantidade e à vazão da massa recebida na cavidade e em função do tempo de solidificação desse canal.

A localização ideal é o mais próximo possível do centro da peça, a fim de minimizar as distâncias que o material deve percorrer para encher a cavidade. Quando o projeto da peça ou produto impedir este posicionamento, deve-se utilizar uma entrada maior, ou várias entradas por cavidade, permitindo um enchimento mais rápido.

Neste caso, devido ao fato de ser injeção direta não é necessário levar este tipo de extrator, e o material o PC e ABS não o exigem

## **4.17. Saída de gases:**

---

O polímero tem tendência a libertar gases durante a sua solidificação, os quais, na maior parte dos casos, são prejudiciais e necessitam da criação de canais de saídas para a sua libertação para o exterior (Moldes injeção plásticos). Estes canais são projetados de acordo com as características de cada material, que existem em tabelas já estudadas.

A falta de um adequado escoamento dos gases pode provocar na peça marcas de fluxo, mau acabamento, contração irregular e emendas.

A disposição das saídas devia ser no local ao qual o material chega mais tarde, e na junção do mesmo. Contudo, existem limitações geométricas e outros fatores que influenciam a localização das saídas. As localizações mais usuais para as saídas de gases são (Figura 74):

- Colocação de postigos;
- Insetos de material poroso;
- Através de canais junto a linha de apartação.

Matéria-prima injectada	Dimensão min.-max. (mm)
ABS	0.051 até 0.076
POM	0.013 até 0.038
PMMA	0.013 até 0.076
PA	0.013 até 0.064
PA-reforçado	0.013 até 0.064
PC	0.025 até 0.076
PE	0.025 até 0.051
PP	0.025 até 0.051
PPO	0.025 até 0.051
PPS	0.013 até 0.025
PS	0.025 até 0.076
PVC - rígido	0.025 até 0.038
PVC - flexível	0.013 até 0.051

Tabela 5 - Dimensão típica das saídas de gases para cada tipo de polímero a injetar (Moldes injeção plásticos)

## 4.18. Chapas extratoras:

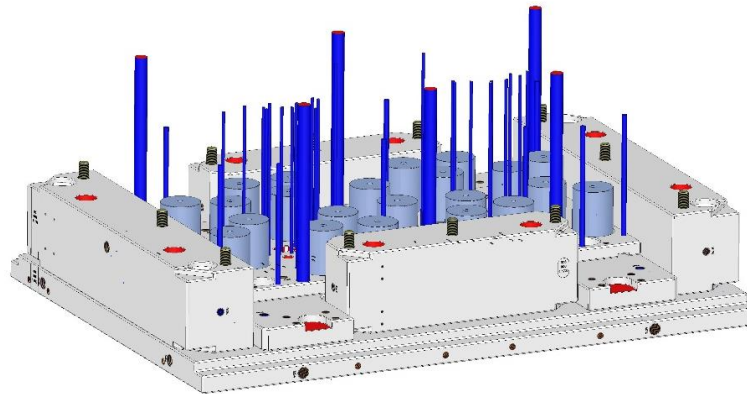


Figura 47 - Vista isométrica e frontal da extração do molde e seus componentes, extratores, calços, chapas extratoras, pernos de retorno, fixações, e anel de centragem da extração.



Figura 48 - Corte nas guias e casquilhos da extração.

As placas extratoras têm como função fixar os extratores e transmitir o movimento do veio da máquina de injeção, estando apertadas entre si. Entre as faces de aperto existem caixas nas quais se alojam as cabeças dos extratores, mais especificamente na chapa 8. No guiamento das placas, aplicam-se 6 guias secundárias. Estas guias são alojadas na placa de encosto e deslizam nos casquilhos das placas extratoras.

O movimento da extração fica a dever-se à aplicação da pressão do óleo nos cilindros hidráulicos que está alojado nas chapas extratoras.

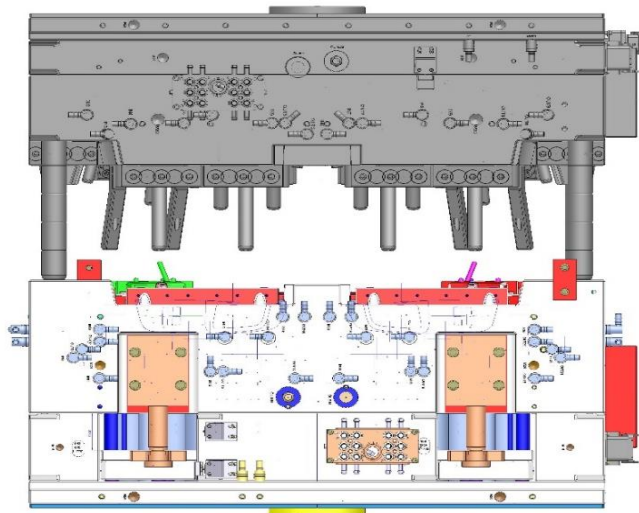


Figura 49 – Abertura do molde

---

## 4.19. Requisitos para os componentes mecânicos:

---

A função de cada componente vai definir os requisitos de cada material a aplicar.

Começamos então pelas cavidades que têm como principal função moldar a parte exterior da peça de plástico.

Neste caso bucha e cavidade serão em aço 1.2343 temperado com uma dureza de 48 / 52 hrc, pois é um aço com alta resistência a tração quente, tem alta tenacidade, e boa condutibilidade térmica tem boa aptidão para textura, para polimento e nitruração.

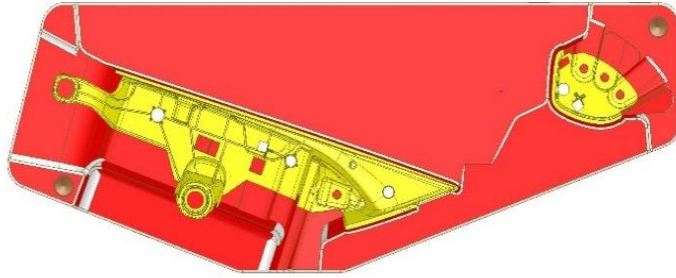


Figura 50 - Cavidades (1+1) e zona moldante a amarelo

### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

É uma das peças onde deverá haver maior rigor dimensional, em virtude de ser a partir dela que se configura a peça de plástico. Dever-se-á ter presente as contrações do plástico durante o projeto da cavidade ou fêmea.

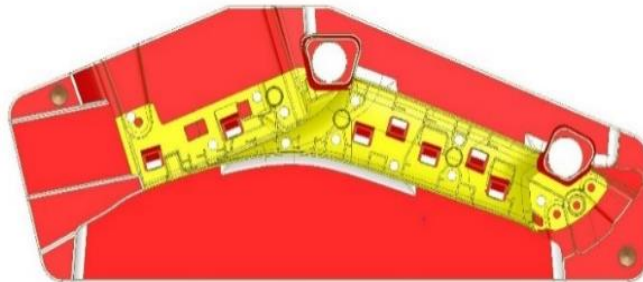


Figura 51 - Buchas (1+1) e zonas a moldar

As cavidades contêm normalmente furos de água para refrigeração. São normalmente fabricadas com os seguintes tipos de aço:

Têm como função, em geral, moldar o interior da peça de plástico.

### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

É também, uma das peças onde deverá haver maior rigor dimensional, em virtude de ser a partir dela que se configura a peça de plástico.

Dever-se-á ter presente as contrações do plástico durante o projeto da bucha ou macho.

As buchas contêm normalmente furos de água para refrigeração. São normalmente fabricadas com os seguintes tipos de aço:

Para melhor compreender os requisitos mecânicos dos componentes móveis será necessário a sua descrição e funcionamento.

## 4.20. Elementos móveis:

---

Quando um elemento móvel é composto de um corpo e de uma frente moldante deve ser previsto o seguinte:

A caixa onde é encastrada a frente deve ser projectada de acordo com a seguinte imagem. Os rasgos devem possuir sempre a largura de 8mm.

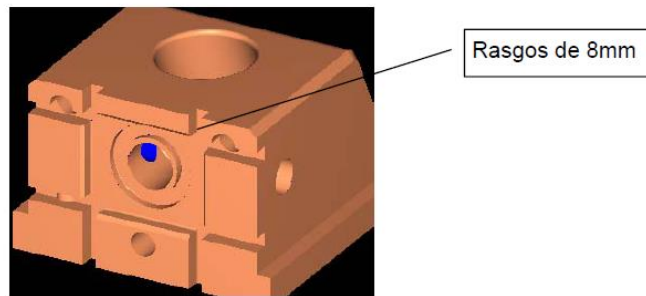


Figura 52 - Pormenor dos rasgos

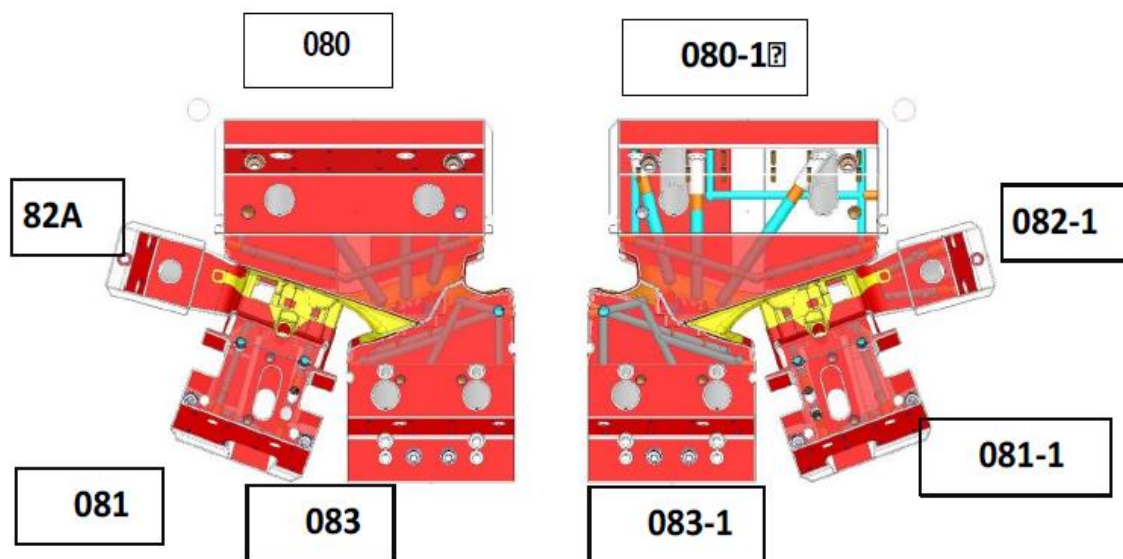
A fixação entre a frente e o corpo deve ser projetada para que a frente monte numa única posição, porque no caso de haver a possibilidade de ser montada noutra posição correr-se o risco de danificação.

Os elementos móveis devem possuir orelhas de 6, 12 e 20mm em função da resistência pretendida para o elemento.

Foram assim calculados e analisados cada movimento no total de 8 movimentos.

Os movimentos são definidos pelo curso da peça a moldar e é definido também pelo ângulo de inclinação da guia, que é resultante do curso do elemento móvel. A guia do movimento tem regra geral mais 2 ângulos que a inclinação do ângulo do movimento, de modo a não haver zonas de prisão nem de a guia gripar.

Após a abertura da do molde, dá-se o curso do movimento, no sentido oposto de modo a peça desmoldar ou cair. Dependendo se existe robot para tirar a peça do molde, ou não.



Para determinar os movimentos começa-se pela guia inclinada, e determina se o ângulo  
 Figura 53 - Conjunto dos elementos móveis, onde podemos verificar a numeração atribuída a cada movimento.

Deve haver sempre uma excentricidade de 0,5mm entre a guia inclinada e o furo para esta, de forma a criar uma folga no sentido do movimento, permitindo que o molde comece a sua abertura antes de acionar o movimento lateral.

As guias inclinadas devem ser standard, de acordo com o fabricante de acessórios pelo cliente (DME, Hasco, etc...)

A fixação das guias inclinadas é feita por encosto numa chapa do molde ou de uma chapa postíça (bolacha).

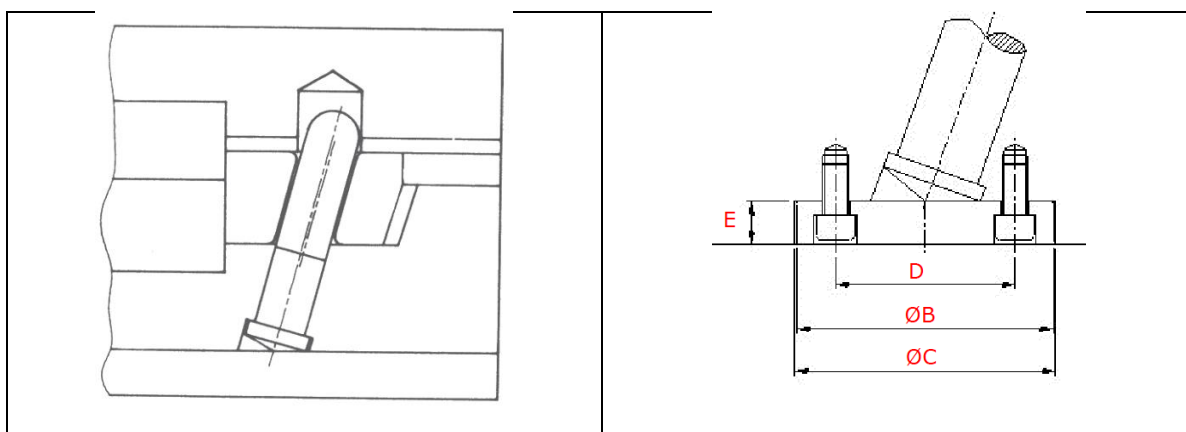


Figura 54 - Exemplo de bolachas

As bolachas devem ser feitas em aço de construção e fixas por dois parafusos de cabeça cilíndrica.

Como calcular então o comprimento da Guia Inclinada?

- Quando os elementos móveis não têm inclinação:

Sabendo que para extrair a peça é necessário que o elemento móvel tenha um curso de C mm, para um ângulo de  $\alpha$  da guia. O comprimento para a guia será dado pela seguinte fórmula:

$$L = \frac{C}{\sin}$$

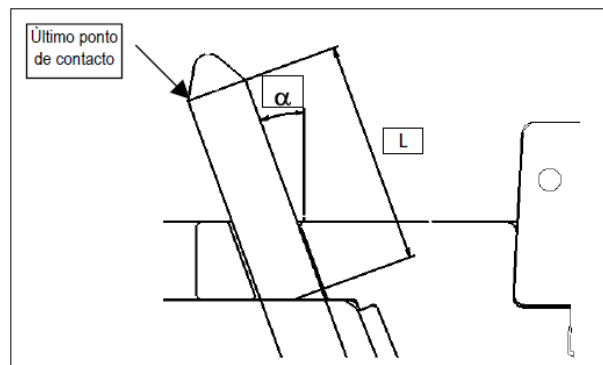


Figura 55 - Fórmula para determinar o comprimento da guia

Por exemplo, se for necessário um curso de 10mm e o ângulo utilizado for 20°, a guia terá um comprimento de:

$$L = \frac{C}{\sin} = \frac{10}{\sin 20} \sim 30mm$$

O comprimento da guia é medido para o último ponto de contacto entre a guia e o elemento móvel.

Como é calculado: Curso máximo  $\times$  tg do ângulo + 5mm (de folga), como podemos verifica na imagem.

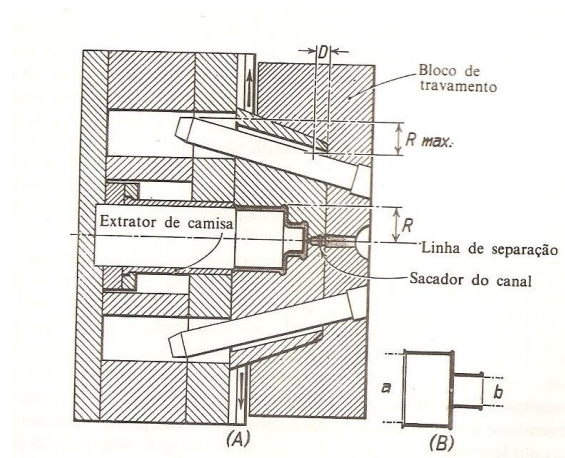


Figura 56 - Lado da extração do molde com os componentes móveis.

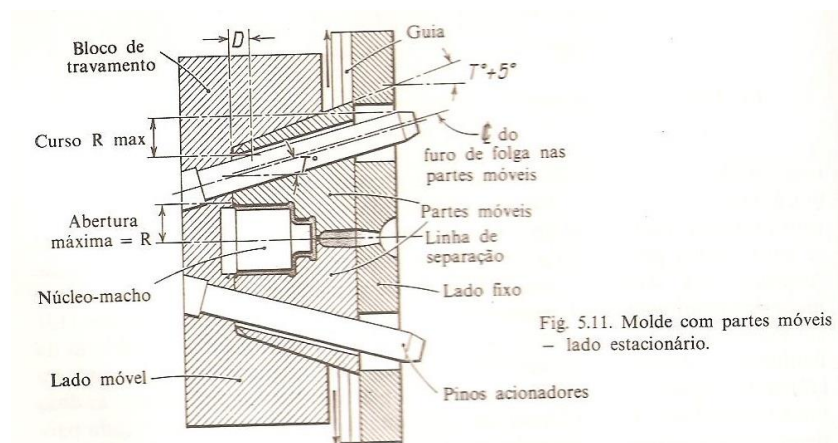


Figura 57 - Lado fixo, ou lado da injeção.

### Movimento 080\_080-1

Interlock

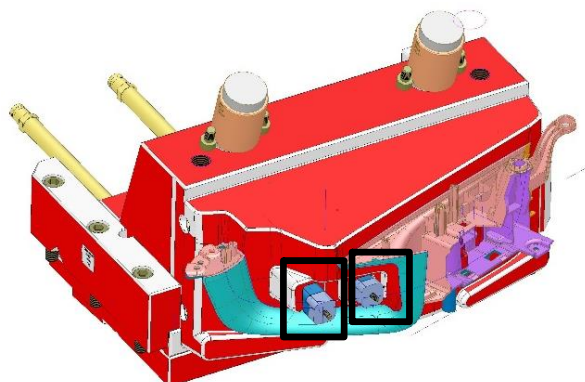


Figura 58 - Vista isométrica do movimento 080

Descrição do movimento:

Após uma análise detalhada convencionou-se que, no máximo as guias inclinadas devem ter no máximo de 20 graus, isto para todos os movimentos deste molde, foi também uma exigência do cliente, de modo a não griparem nem partirem, ou seja quanto menor for o grau menos esforço faz a guia.

O elemento móvel denominado de 80 tem 18° graus de inclinação e necessita de um curso de 62 mm para desmoldar a peça.

Neste caso a guia inclinada calculou se com 16 graus para garantir o esforço mínimo da mesma, tendo em conta que o seu comprimento não excede em muito a espessura do elemento móvel, peça 80.

Existem sempre 2° graus de tolerância entre os dois componentes de modo a que a guia nunca bata no componente móvel, que se pode dizer que é uma regra.

O diâmetro da guia foi determinado a partir do peso do movimento.

Como tal foram calculados com base no comprimento da guia 236.00 X a Tg do angulo (16°) onde obtivemos o curso 67 mm, já com 5mm de folga necessários para a realização da deslocação pretendida.

Como podemos verificar na imagem acima foram necessários colocar dois interlocks para garantir a perfeita definição na linha de junta nesta zona.

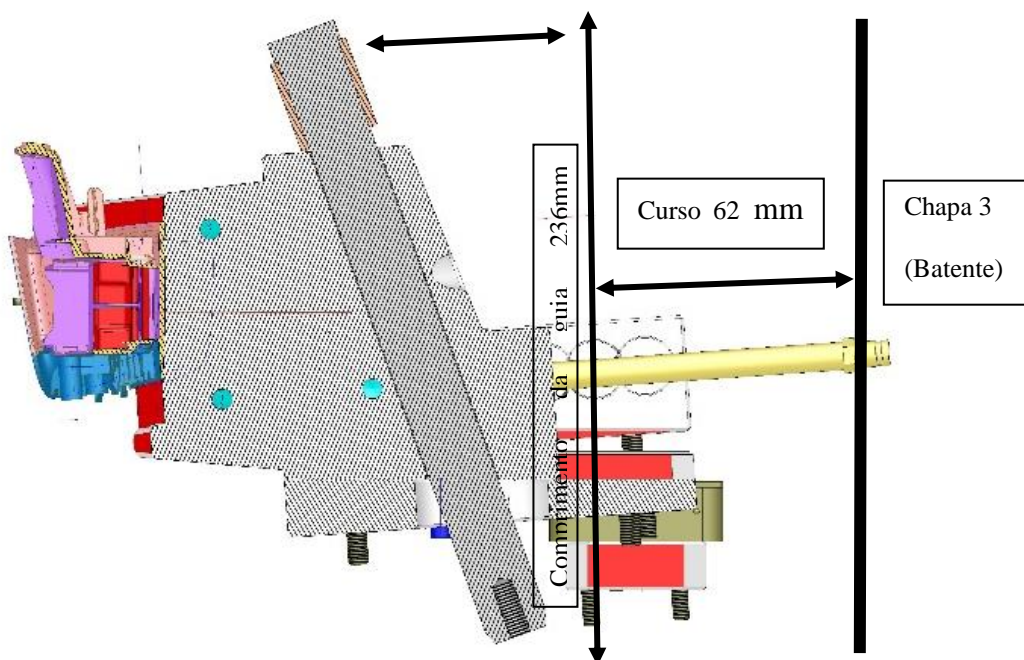


Figura 59 - Corte na guia inclinada

Como podemos verificar na imagem acima foram necessários colocar dois slides retainers que como o próprio nome indica retém, seguram o movimento a chapa 3. Local onde ficam alojados os componentes.

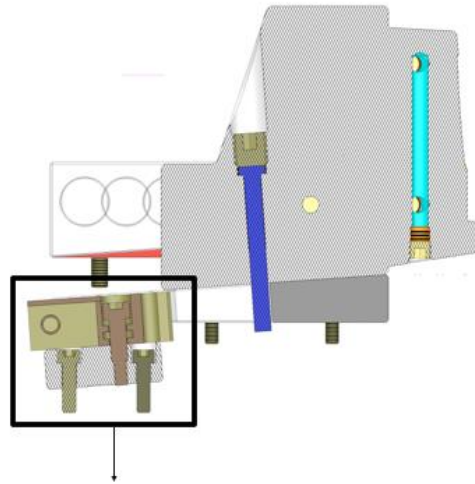


Figura 60 - Corte no slide retainer

Como podemos verificar na imagem acima foram necessários colocar dois slides retainers que como o próprio nome indica retém, seguram o movimento a chapa 3. Local onde ficam alojados os componentes.

### **Movimento 081 e 081-1**

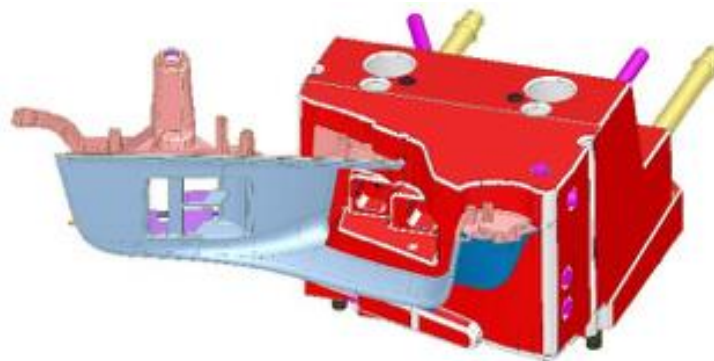


Figura 61 - Vista isométrica do movimento 081

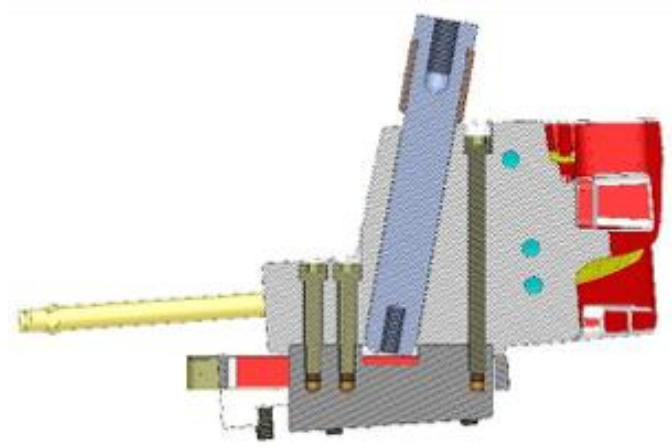


Figura 62 - Corte na guia do movimento 081

O elemento móvel tem 16° grau de inclinação e anda x mm

Por sua vez a guia inclinada que guia o movimento tem 14 ° graus

Existem sempre 2°graus de tolerância entre os dois componentes de modo a guia nunca bater no componente móvel.

### **Movimento 082\_082-1**



Figura 63 - Vista isométrica do movimento 082

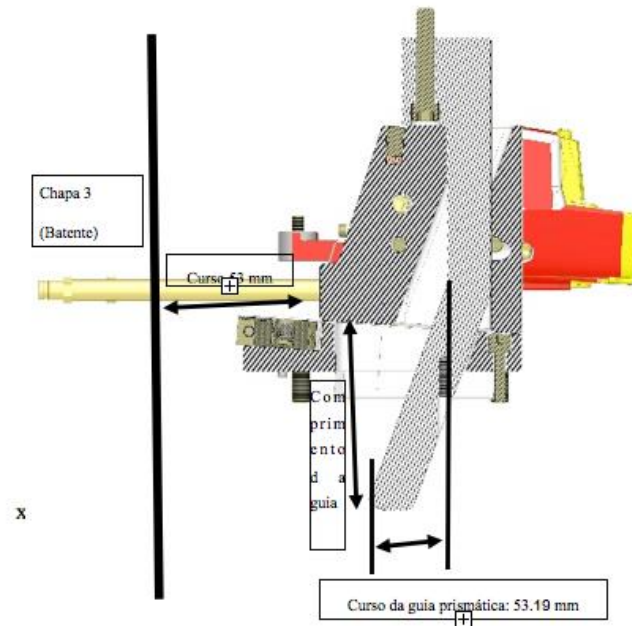


Figura 64 - Corte na guia prismática do movimento nº 18

Neste movimento optou se por usar uma guia prismática porque era necessário que a peça 082 A faça um movimento, ou melhor uma deslocação de 6mm.

A guia prismática faz um movimento de 68mm quando a injeção abre, e durante este movimento o componente 82, o elemento móvel principal esta parado.

Enquanto isso a guia inclinada 020-1 aciona a peça 082E que por sua vez vai acionar mecanicamente a peça 082 A, fazendo assim os 6 mm de curso necessários para a correta desmoldação da peça plástica.

O elemento móvel tem 18° graus de inclinação e anda 53 mm

Por sua vez a guia inclinada que guia o movimento tem 16° graus, como já referido anteriormente te existem sempre 2° graus de tolerância entre os dois componentes de modo a guia nunca bater no componentes móvel.

Após este movimento a guia prismática aciona o movimento 82 fazendo o curso final do movimento.

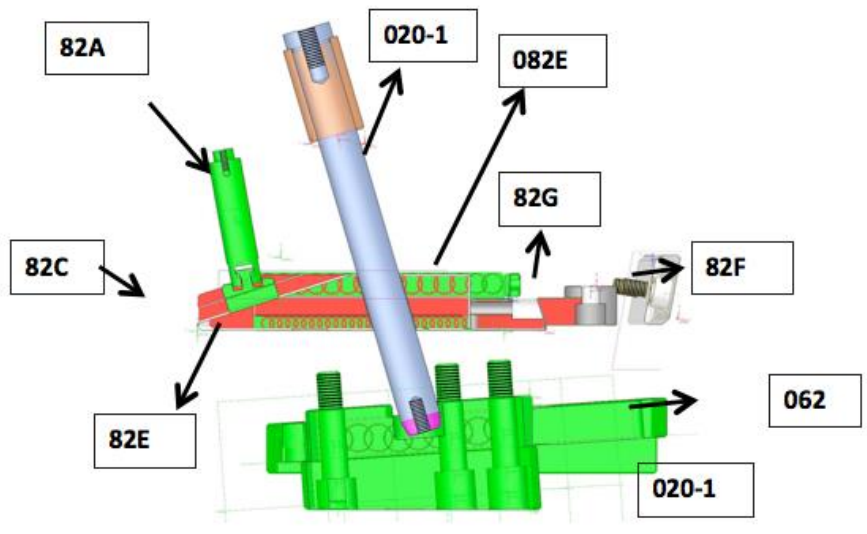


Figura 65 - Componentes do movimento 82

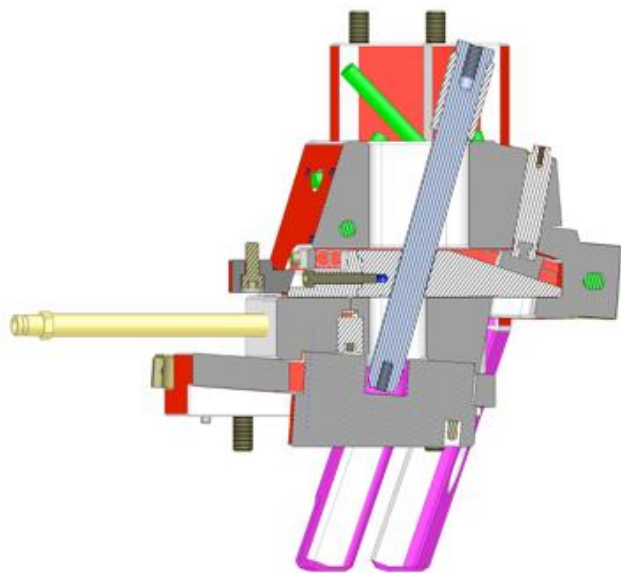


Figura 66 - Corte na guia inclinada de movimento 82

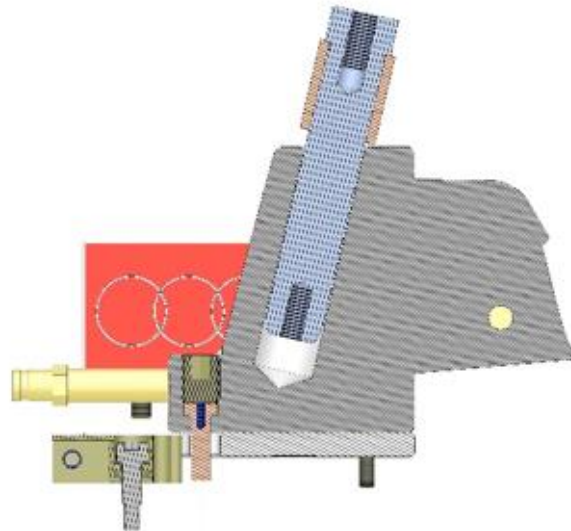
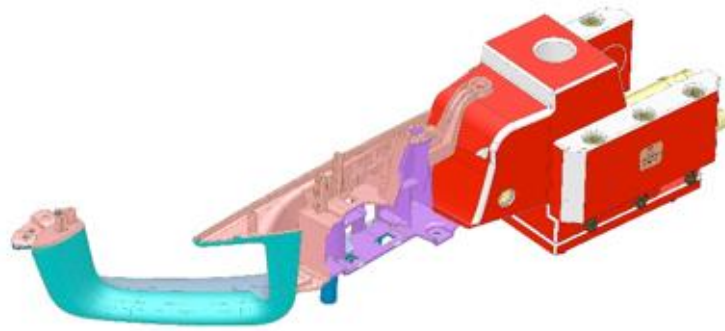


Figura 68 - vista isométrica do movimento 83

Figura 67 - Corte na guia Inclinada do movimento 83-1

O elemento móvel tem 15° graus de inclinação e anda x mm

Por sua vez a guia inclinada que guia o movimento tem 13 ° graus .

Existem sempre 2° grau de tolerância entre os dois componentes de modo a guia nunca bater no componente móvel.

## 4.21. Barras de deslize e chapas de ajuste:

---

Independentemente do material em que são feitas as barras de deslize e as chapas de ajuste devem possuir preferencialmente a espessura de 8mm.

A fixação das barras de ajuste pode ser feita de 2 maneiras diferentes:

**1ª – Fixação feita da estrutura para a chapa com parafusos de cabeça cilíndrica (opção mais aconselhável)**

**2ª- Fixação feita da chapa da estrutura com parafusos de cabeça de embutir**

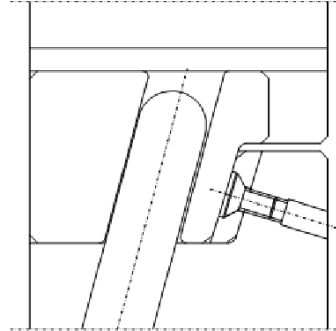
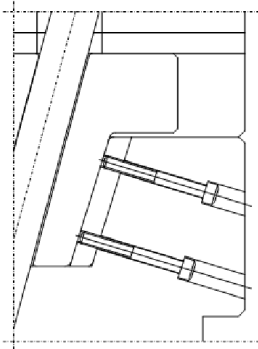


Figura 69 - fixação das barras de ajuste

## 4.22. Balancés:

Os balancés devem ter um ângulo de funcionamento que deve varia entre  $2^\circ$  a  $15^\circ$ . Acima deste valor deve ter-se especial cuidado no seu dimensionamento, nunca devendo ultrapassar os  $20^\circ$ .

Quando os balancés têm dimensões pequenas opta-se por fazer um balancé inteiriço com haste retangular, caso contrário devem ser projetados para trabalhar com hastes redondas.

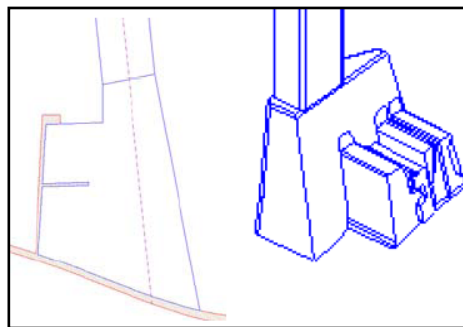


Figura 70 - Exemplo de Balancé

## 4.23. Balancés com hastes redondas:

Tipos de fixações das hastes redondas:

- **Haste Lockada por cavilha** – Para a fixação do balancé, é colocado um parafuso pela frente do balancé, que depois é tapado através de um taco de cobre. A junta do taco fica marcada na peça de plástico e não pode ser utilizada para balancés refrigerados. A haste convém ser posicionada para que o balancé não se desaperte.

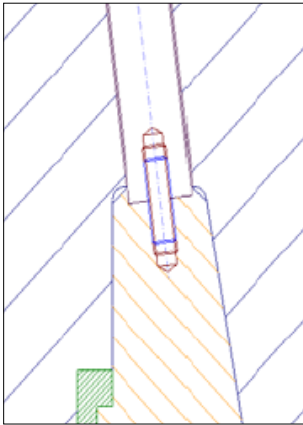


Figura 72 - Perno roscado

- **Perno roscado** – Haste ligeiramente encastrada, unida ao balancé por intermédio de um perno roscado. Para garantir que o balancé não se desaperta da haste deve ser aplicada cola.

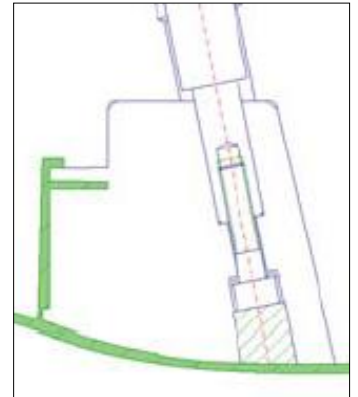


Figura 71 - Haste Lockada por cavilha

- **Hastes roscadas** – Princípio semelhante ao anterior, mas que permite colocar refrigeração no balancé. O diâmetro da haste tem que permitir a colocação do vedante e a rosca convém ser uma rosca fina. Para garantir que o balancé não se desaperta da haste, deve ser aplicada cola e o tipo de rosca deve ser fino.

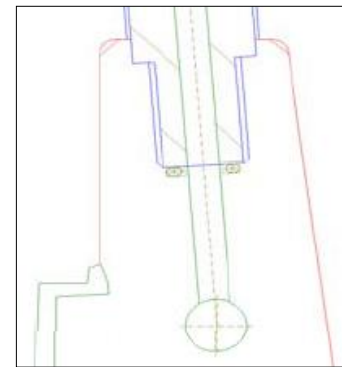


Figura 73 - Hastes roscadas

## 4.24. Guiamento das hastes:

O guiamento das hastes dos balancés é feito através de duas zonas de ajustamento H7/f6, uma próxima da caixa do balancé e outra na parede de trás da bucha. Para facilitar a afinação do balancé, é colocada uma peça na parte de trás da bucha com folga superior a 2mm na caixa.

O casquilho justo à caixa do balancé deve ser fixo por um parafuso. No caso de haver falta de espaço, o guiamento pode ser feito com furo H7, na própria bucha.

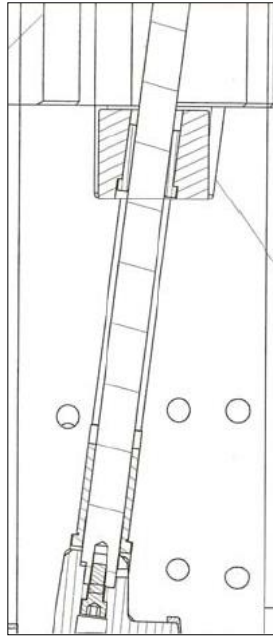


Figura 74 – Corte na haste do balancé

## 4.25. Carros dos balancés:

---

Os carros dos balancés a utilizar devem ser preferencialmente standard ‘SANKYO’.

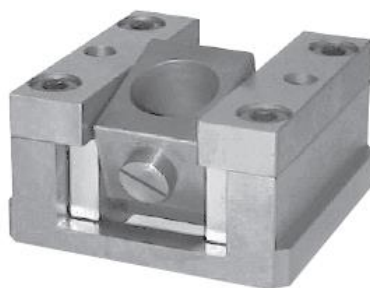


Figura 75 – Carros de Balancé

### **CÁLCULO DO ÂNGULO DE INCLINAÇÃO DO BALANCÉ:**

Assumindo que se conhece o curso da extracção (L) e o curso de desmoldação (C), podemos calcular o ângulo  $\alpha$  do balancé pela seguinte fórmula:

$$\alpha = \arctg \left( \frac{C}{L} \right)$$

Desta maneira todos os balancés sairão da peça ao mesmo tempo tornando a extração equilibrada e evitando que a peça vá agarrada a alguns balancés por estar a sair mais cedo de uns do que de outros. Por isso esta deve ser a maneira preferencial de projetar os balancés.

Os ângulos encontrados devem ser arredondados para o próximo inteiro (e sempre para cima) e nunca devem ultrapassar os 20°. Se isto acontecer deve ser aumentado o curso da extração ou tentar arranjar uma outra solução, de molde a reduzir a inclinação.

#### **CÁLCULO DO CURSO DE DESMOLDAÇÃO:**

Assumindo que se conhece o curso de extração (L) e o ângulo  $\alpha$  de inclinação do balancé, podemos calcular o curso de desmoldação (C) do balancé pela seguinte fórmula:

$$C = \tan (\alpha) \times L$$

Esta situação poderá ser usada apenas para verificar qual o curso real dos balancés, no entanto se os ângulos forem selecionados ao acaso os balancés irão sair da peça em alturas diferentes, podendo provocar desequilíbrios.

#### **CÁLCULO DO CURSO DE EXTRACÇÃO:**

Assumindo que se conhece o curso de desmoldação (C) e o ângulo  $\alpha$  de inclinação do balancé, podemos calcular o curso da extração (L) do balancé pela seguinte fórmula:

$$L = \frac{C}{\tan (\alpha)}$$

Esta situação poderá ser usada apenas para verificar qual o curso de extração necessário para uma situação crítica. Por exemplo, se imaginarmos uma situação em que o balancé necessita de um grande curso de desmoldação, podemos simular o maior ângulo possível (20°) e ficaremos logo a saber qual o curso mínimo que a extração terá de ter.

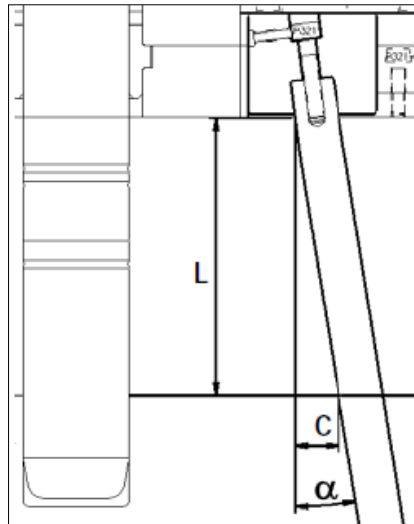


Figura 76 - Curso do balance

No caso de o molde possuir balancés, devem ser abertos furos na chapa 9 de modo a conseguir desapertar os balancés sem ter de desmontar a chapa e os calços.

Calcular e analisar os balancés:

Os balancés são movimentos auxiliares para zonas negativas de desmoldação, que se situam no interior do artigo, e daí não conseguirem ser desmoldadas através dos elementos moveis, devido aos ângulos negativos em relação ao sentido de abertura do molde.

Numeração dos balancés: nº 320; nº 321; nº 322; nº 323; nº 324; nº 325

Balanceº320

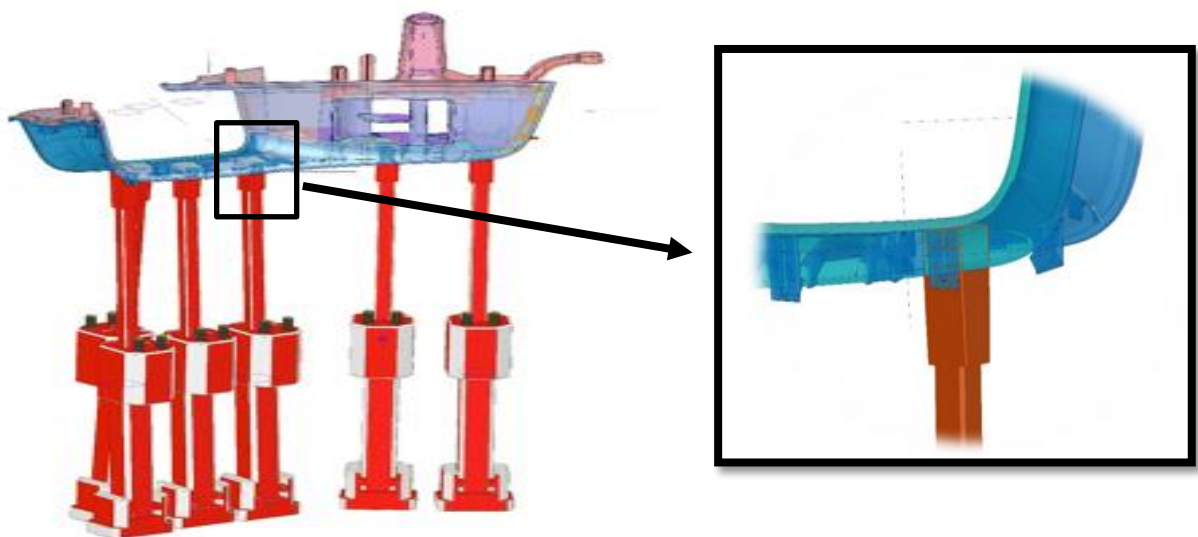


Figura 77 - Montagem dos balancés

Para melhor compreensão deste componente vamos descrever um deles ao pormenor, o 320, pois todos os outros foram desenvolvidos e projetados seguindo a mesma metodologia.

Na imagem abaixo podemos verificar as zonas necessárias a desmoldar

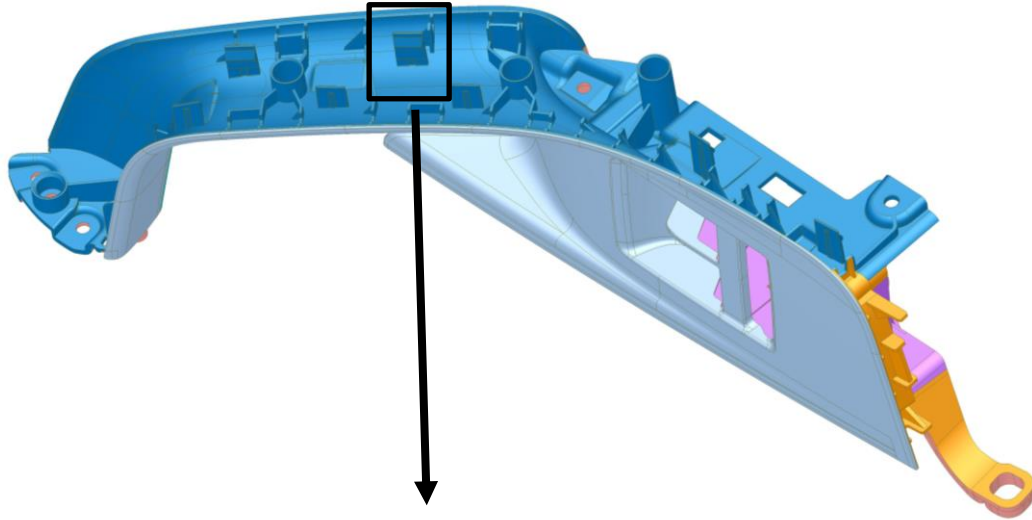


Figura 78 - Identificação da zona negativa, onde necessita de balancé.

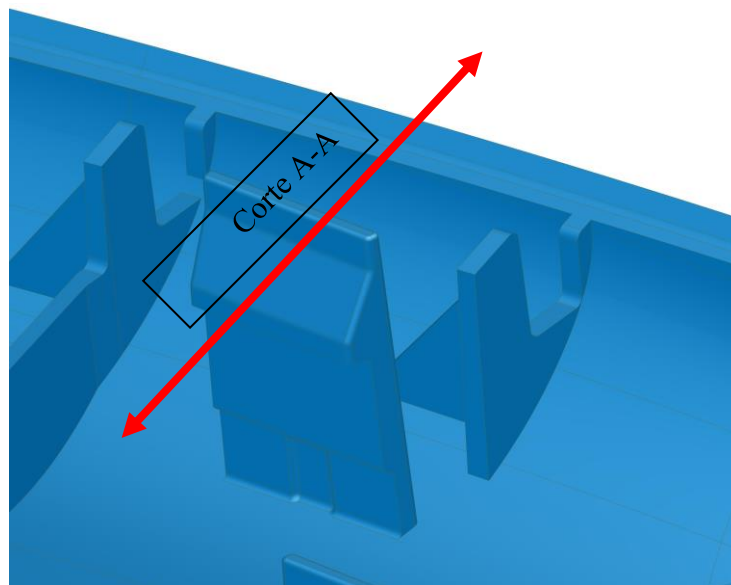


Figura 79 - Pormenor da localização do balancé, e indicação da linha de corte A.A, a vermelho.

Neste pormenor podemos verifica a zona, denominada de unha, que necessita de um balance, movimento auxiliar, onde se efetuou um corte para uma analise mais detalhada de ângulos e cursos necessários.

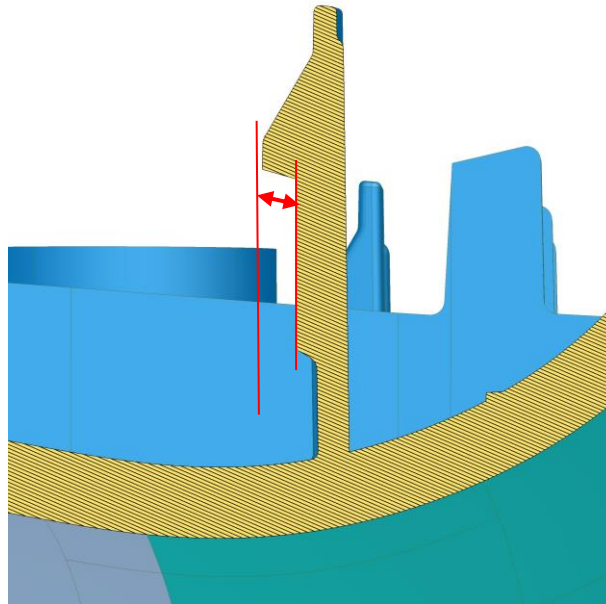


Figura 80 - Posição inicial do balancé Corte A-A

Zona identificada a amarelo é a zona que vai gravar no balancé e a seta a vermelho indica o curso necessário.

É então necessário que o balancé, tendo em conta o curso da extração do molde, 90mm, faça um curso de 2mm para desmoldar sem interferências no artigo.

Normalmente são dados 3mm de folga, mas neste caso devido a uma limitação de espaço, no molde, deu se apenas uma folga de 2.7 mm.

O curso do balancé é determinado pelo vão de extração X a Tg do angulo sobre o qual se movimenta o balancé.

Neste caso atribuiu se um angulo de 3graus, uma vez que o curso da extração é de 90mm.

Para chegar a este angulo calculou-se:  $C = \tan (\alpha) \times L$

**Ou seja:** 4.7mm: 90mm = 3 graus

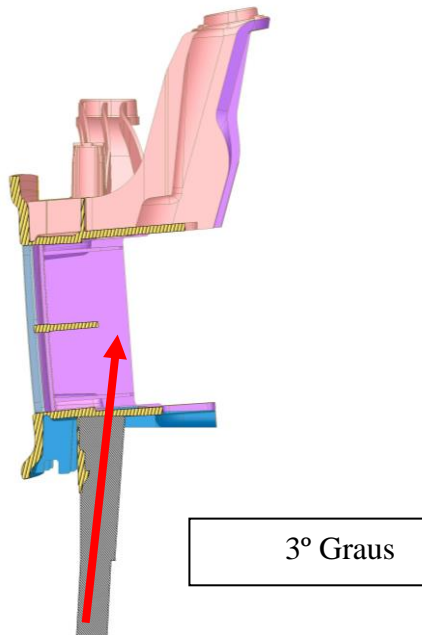


Figura 81 - Posição de desmoldação do artigo.

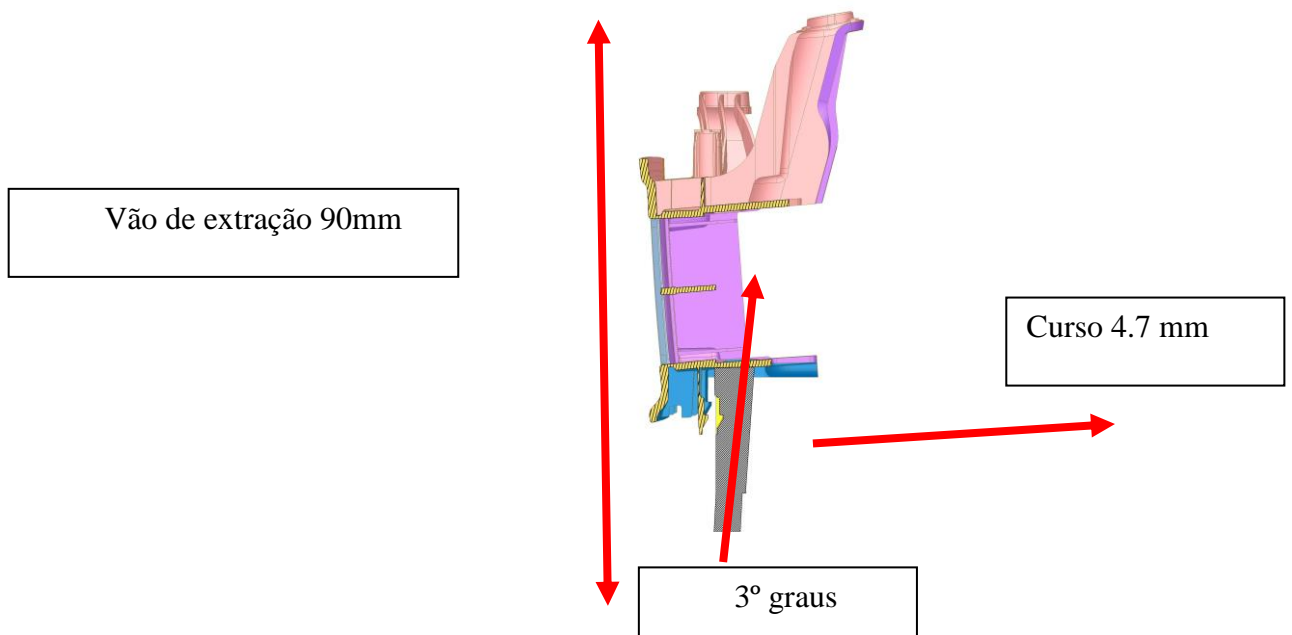


Figura 82 - Montagem dos balancés na bucha, com os casquilhos de guiamento e os carrinhos e respetivas fixações.

Para obter o curso de desmoldação calculou-se:

$$L = \frac{C}{\tan(\alpha)}$$

Se o curso da extração é 90mm, e se o ângulo é 3 graus logo:

$$L = \frac{90}{\tan(3)} = 4,7mm$$

Para um bom funcionamento do balancé, sem gripar, e sem empenar, é utilizado um casquilho na chapa 3 .

Foi utilizado um carro nas chapas extratoras (chapa 7 e chapa 8) para garantir um correto funcionamento do balancé, assim como um casquilho na chapa 3 com cavilhas que por sua vez são apenas aplicadas após a retificação do balancé.

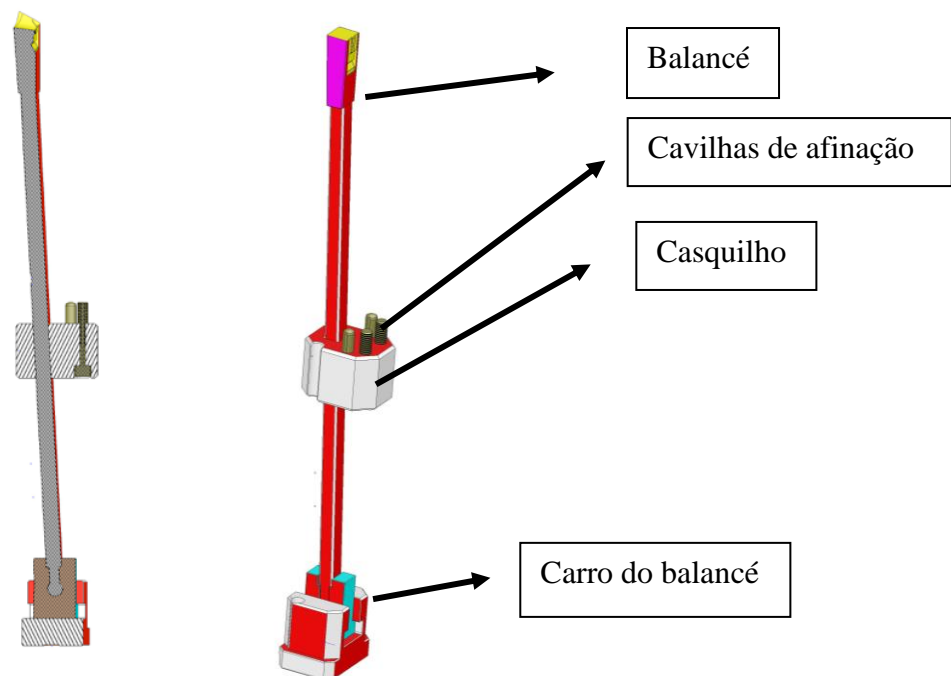


Figura 83 - Corte do balancé e componentes do balancé

## 4.26. Sistema de refrigeração do molde:

---

Na moldação dos termoplásticos o arrefecimento do molde é feito com água, ou ar comprimido, neste caso é feita com águas, esta informação é sempre fornecida pelo cliente

através das suas especificações e do seu caderno de encargos, assim como da máquina de injeção.

O sistema de refrigeração do molde é feito através de passagens existentes na ferramenta ou melhor em cada chapa ou componente individualmente.

Em geral as prensas, ou máquinas de injeção incorporam registos ajustados para controlar fluxo e, quantidade de águas, a fim de manter a temperatura adequada da ferramenta, e ajusta aos circuitos de águas que por sua vez estão ligadas á entradas e saídas da ferramenta por meio flexíveis, como mangueiras.

O arrefecimento da ferramenta e da própria peça tem como objetivo o aumento da sua produção, especialmente quando a relação peso da injeção/ peso da ferramenta é alta.

O fluxo de água nos circuitos, pode ser ajustado individualmente, pelo operador da máquina de injeção, de modo a obter melhores resultados e qualidade nas peças pretendidas.

O projeto do sistema de refrigeração deve garantir a homogeneidade da temperatura das superfícies moldantes tendo em conta o material a moldar, espessura das paredes, tipo e quantidade das peças a produzir.

- Ao projectar um sistema de refrigeração, deve ter-se em conta que a área de refrigeração é mais importante que a quantidade de refrigerante.

- Os Circuitos devem ser independentes e simétricos em relação às zonas molantes, não devem ser muito longos para que haja um arrefecimento uniforme, não devem causar estrangulamento de caudal, nem devem ter curvas muito pronunciadas.

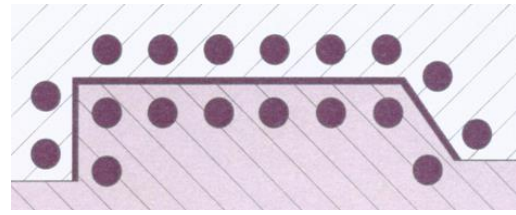
- Devem evitar-se entradas e saídas de águas no topo de molde, de preferência devem ser do lado oposto ao operador. Todas as entradas e saídas devem ter marcado designações de entrada (E) e saída (S).

- Sempre que não seja possível a refrigeração de uma determinada zona da peça, deve colocar-se, se possível materiais com excelentes propriedades de condutibilidade térmica (ex: postigos em AMPCO).

- A refrigeração do injector pode ser feita através de cascatas de um circuito, ou através de um casquilho de refrigeração. Também pode ser feito através de um circuito na zona do carburador, mas neste caso não se devem utilizar as cascatas



USAR



EVITAR

Figura 84 - Circuitos de refrigeração

## 4.27. Distâncias e diâmetros dos furos:

As distâncias e os diâmetros que normalmente se utilizam são:

Diâmetro (Ø D)	Distância entre furo e a zona moldante (A)	Distância entre furos de água (B)	Distância entre furo de água e outro furo qualquer (C)
6	15	30	5 (min.)
8	15	35	5 (min.)
10	15	40	5 (min.)
12	15	50	5 (min.)
14	15	55	5 (min.)
18	15	60	5 (min.)

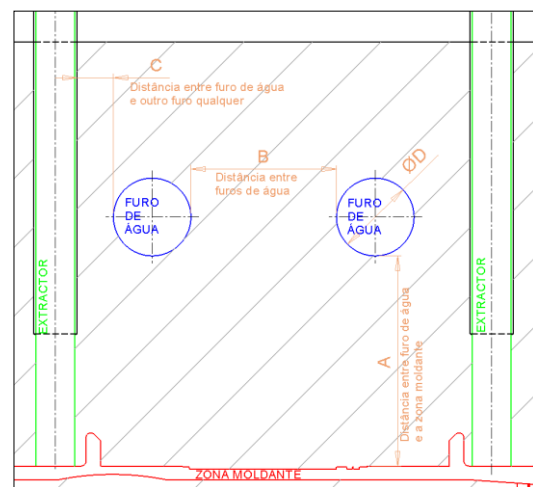


Figura 85 - Distancias e diâmetros das áreas

Podemos verificar o circuito calculado do sistema de refrigeração e arrefecimento da peça na figura infra. O sistema foi calculado uniformemente, de modo a evitar machas, deformações ou zonas queimadas.

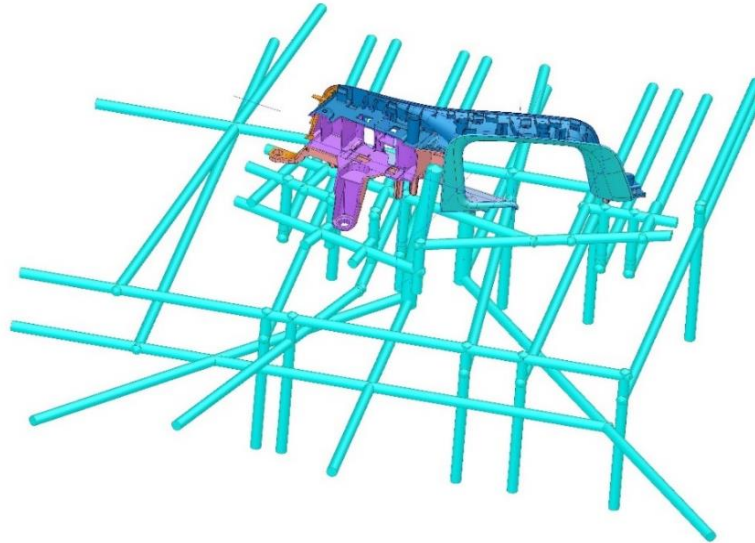


Figura 86 - O primeiro esboço do circuito de refrigeração

Para auxiliar este processo pode ser elaborado um estudo de fluidez de material, o estudo reológico. Estes estudos são algo trabalhosos e pormenorizados de modo a evitar falhas em toso o processo. Podem ser fornecidos pelo cliente, normalmente, ou podem ser requisitados juntamente com o projeto do molde. Normalmente estes estudos são subcontratados pois tem de ser elaborados por alguém com grande conhecimento nesta área da injeção e dos polímeros. No caso deste molde foi proposto por nos ao cliente, tendo em conta as suas especificações e o “know how” já existente na industria para peças com esta geometria, adquirido em outros moldes já realizados.

Os canais de água não devem ser colocados muito próximos das zonas moldantes, nem das superfícies do molde, pois pode resultar em pontos mais frios e pode originar falhas de moldação, como por exemplo nas linhas de união do material, e deve se, também evitar a proximidade com a superfície do molde, pois a pressão do material plástico na cavidade ao ser injetado, pode também provocar um colapso na ferramenta, gripando. E, ao mesmo tempo, os canais de água não devem ficar tao distantes da superfície aquecida de forma a ser um arrefecimento ineficiente. A quantidade de canais deve ser suficiente para manter a temperatura do molde, quando este esta em produção máxima.

As entradas e saídas das águas, da ferramenta, devem estar do mesmo lado para facilitar o operador no controlo das mesmas. Estas normalmente ficam no lado oposto ao operador, ou seja na parte posterior da máquina, a fim de não restringir os movimentos do operador.

Para este sistema funcionar na sua função é necessário uma escolha de materiais adequadas. Os acessórios de refrigeração normalmente são definidos pelo cliente, eles indicam nos o fornecedor e o tipo de roscas, devido aos encaixes das máquinas de injeção e outros sistemas como carburador de águas que sejam impostos pela própria máquina de injeção, e de produção das peças. Na imagem abaixo podemos verificar todos os acessórios possíveis para o sistema de refrigeração.

## 4.28. Elementos de refrigeração:



Figura 87 - Componentes de refrigeração (Hasco e staubli ) especificação do cliente.

Neste caso o cliente tem preferência pelo fornecedor hasco e staubli, que são marcas de referência e reconhecimento no mercado, pelos seus produtos e garantias.

### Tampões e roscas NPT E BSPT:

ROSCA NPT		
MACHO		BROCA
Rosca	Passo	Ø mm
1/8	27	8,4
1/4	18	11,1
3/8	18	14,3
1/2	14	17,9
3/4	14	23
1	11 1/2	29
1 1/4	11 1/2	37,7

Tabela 6 – Roscas NPT

ROSCA BSPT		
MACHO		BROCA
Rosca	Passo	Ø mm
1/8	28	8,4
1/4	19	11,2
3/8	19	14,75
1/2	14	18,25
5/8	14	20,35
3/4	14	23,75
1	11	30

Tabela 7 – Rosca BSPT



Figura 88 - Roscas dos tampões

## 4.29. Ligações de águas:

A ligação dos circuitos de refrigeração é efetuada utilizando recores rápidos, preferencialmente standard e com rosca BSPT, estes recores devem ser encastrados para evitar quebras aquando do manuseamento do molde.

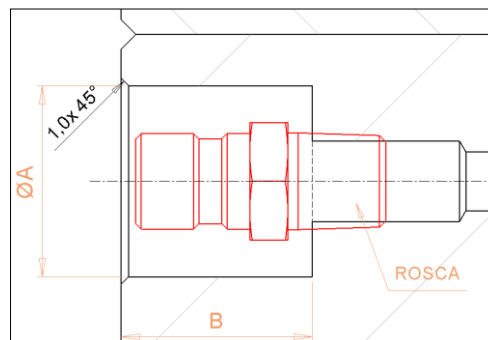


Figura 89 - records



		CAIXA		ROSCA		ÁGUA	FURO INCLINADO
		Diâmetro (Ø A)	Altura (Ø B)	Diâmetro Rosca	Altura Rosca	Diâmetro Furo	Diâmetro Rebaixo
DME N6	1/8' BSPT	Ø 22,0	18,0	Ø 8,4	8,0	Ø 8,0	Ø 12,0
	1/4' BSPT	Ø 26,0	20,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
	3/8' BSPT	Ø 30,0	22,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0
DME N9	1/4' BSPT	Ø 26,0	26,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
	3/8' BSPT	Ø 30,0	28,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0
	1/2' BSPT	Ø 37,0	28,0	Ø 18,25	14,0	Ø 18,0	Ø 24,0
DME FN9-14A	1/4' BSPT	Ø 30,0	22,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
DME FN9-38A	3/8' BSPT	Ø 30,0	22,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0

<b>HASCO Z81-9</b>	1/8' BSPT	Ø 19,0	18,0	Ø 8,4	8,0	Ø 8,0	Ø 12,0
	1/4' BSPT	Ø 22,0	18,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
<b>HASCO Z81-13</b>	1/4' BSPT	Ø 24,0	18,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
	3/8' BSPT	Ø 24,0	18,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0
<b>HASCO Z81-19</b>	1/2' BSPT	Ø 34,0	36,0	Ø 18,25	14,0	Ø 18,0	Ø 24,0
<b>STAUBLI RPL 06</b>	1/8' BSPT	Ø 18,5	20,5	Ø 8,4	8,0	Ø 8,0	Ø 12,0
	1/4' BSPT	Ø 18,5	18,5	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
<b>STAUBLI RPL 08</b>	1/8' BSPT	Ø 22,5	24,0	Ø 8,4	8,0	Ø 8,0	Ø 12,0
	1/4' BSPT	Ø 22,5	23,0	Ø 11,2	12,0	Ø 12,0	Ø 16,0
	3/8' BSPT	Ø 22,5	13,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0
<b>STAUBLI RPL 12</b>	3/8' BSPT	Ø 33,5	30,0	Ø 14,75	14,0	Ø 14,0	Ø 20,0
	1/2' BSPT	Ø 33,5	31,0	Ø 18,25	14,0	Ø 18,0	Ø 24,0

Tabela 8 – Dimensões dos records Hasco

## 4.30. Vedantes:

O uso de ligações do refrigerante com vedantes (o'rings) deve, em princípio, ser evitado.

Quando tal não for possível, devem usar-se tipos normalizados resistentes ao calor e seguir rigorosamente as indicações do fabricante para as respectivas caixas.

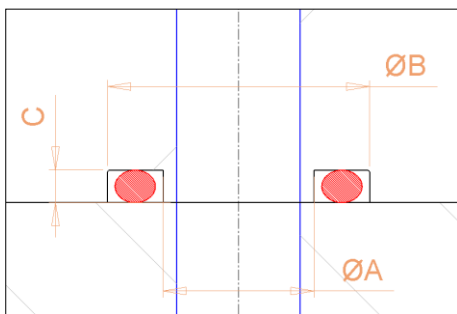


Figura 90 - Oring e vedantes



## 4.31. Postiços para interrupção e/ou desvio de circuitos de refrigeração:

Existem várias formas de alterar um circuito de refrigeração:

- **FORMA A** – Esta forma utiliza-se quando um furo de refrigeração rompeu uma zona moldante, **mas não deverá ser utilizada quando a inclinação do furo for superior a 20° relativamente à parede moldante.**
- **FORMA B** – Esta forma utiliza-se quando um furo de refrigeração rompeu uma caixa onde monta um posticho.
- **FORMA C** – Esta forma utiliza-se quando um furo de refrigeração rompeu um furo para um extrator ou um perno moldante.
- **FORMA D** – Esta forma utiliza-se quando um furo de refrigeração intercetou a zona moldante.

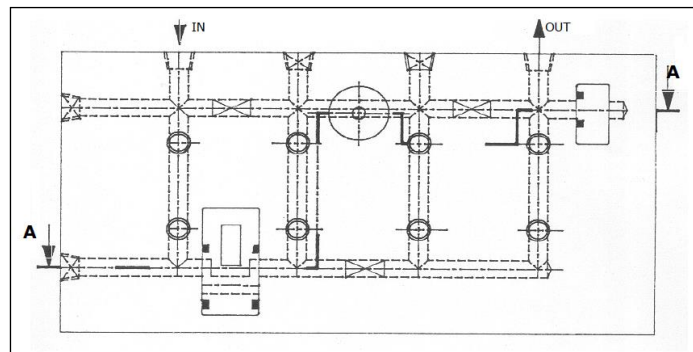


Figura 91 - Circuito de refrigeração

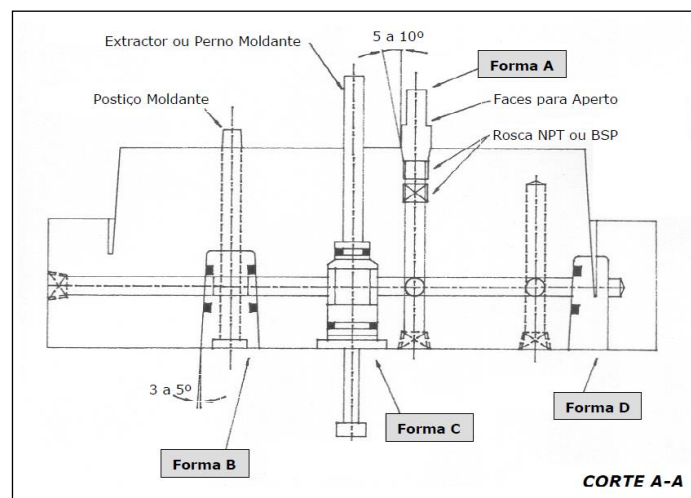


Figura 92 - Exemplo de alteração do circuito de refrigeração

Na figura 85 podemos verificar o sistema de refrigeração já implantado na chapa 002. ou seja na chapa das cavidades.

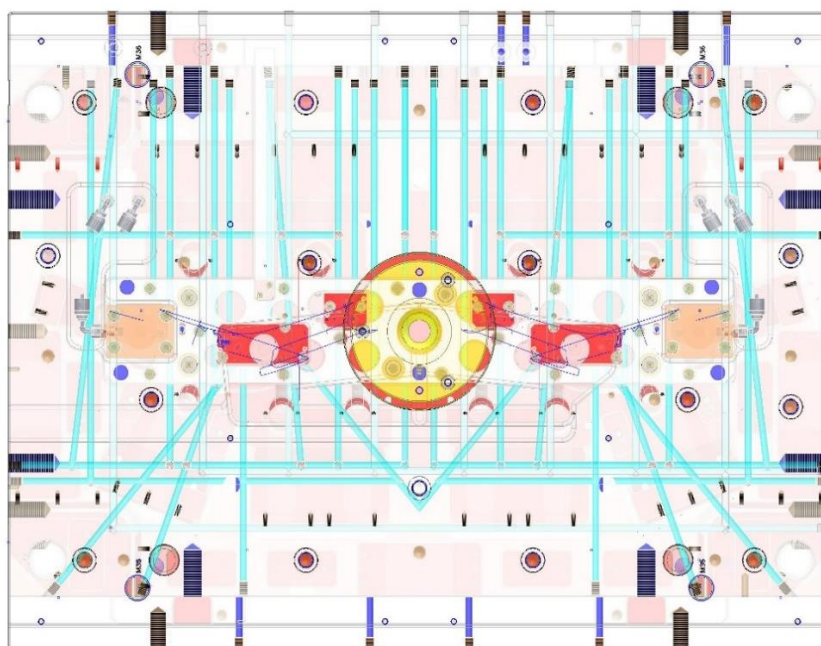


Figura 93 - Chapa 002 com o sistema de arrefecimento, e cavidades inseridas na chapa lado da injeção

Na figura abaixo podemos verificar o sistema de refrigeração implantado:

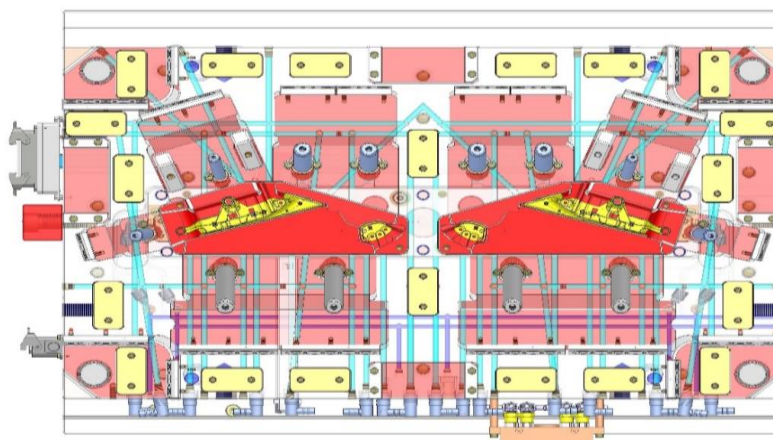


Figura 94 - Chapa 003 com o sistema de arrefecimento, e bucha inseridas na chapa lado da extração

O sistema de arrefecimento do molde está ligado a um carburador de ligação das águas, através de manguueiras, que por sua vez estão ligadas a máquina de injeção.

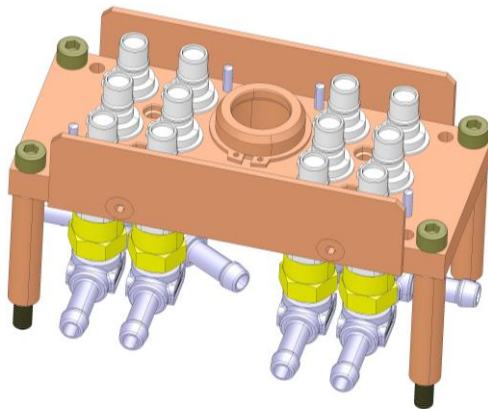


Figura 95 - Carburador de ligação das águas

## 4.32. Extração:

---

O sistema de extração da peça é constituído por essencialmente por:

- Movimentos laterais;
- Movimento de extração;
- Extratores;
- Pernos de retorno;
- Placas extratoras.
- Calços
- Balances
- Botões de encosto

Existem dois tipos de extração:

- Extração hidráulica;
- Extração mecânica.

A extração mecânica consiste na aplicação de extratores, e é necessária para facilitar a saída da peça de dentro da cavidade.

A sua aplicação deverá levar em conta as seguintes considerações:

- Os extratores são inseridos na chapa 003 e estão fixos às placas extratoras chapa 007 (Figura 99);
- A localização dos extratores em faces planas permite facilitar o processo de fabrico;
- A sua simetria em relação ao eixo tem em vista evitar o empenamento e maiores esforços aplicados;
- A localização das hastes extratores em faces planas permite facilitar o processo de desmoldação da peça sem empenos e sem deformar os postes – figura 100
- A aplicação de 11 extratores por peça (Figura 100) fica a dever-se ao facto de a peça ser desmoldada corretamente, evitando riscos de ocorrência de defeitos.

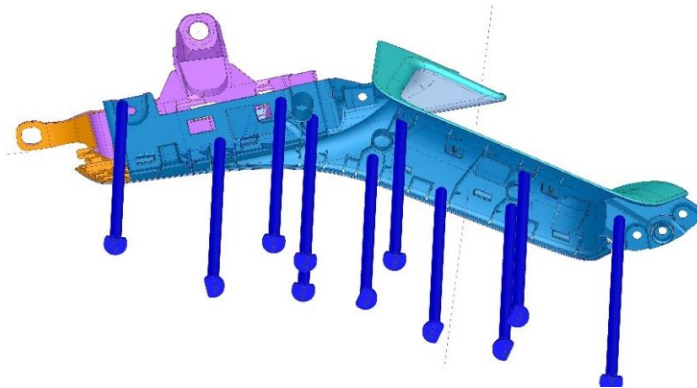


Figura 96 - Extratores inseridos no artigo

Os extratores são posicionados, ou seja têm uma fase que lhes garantem uma posição fixa, devido a complexidade geometria da peça.

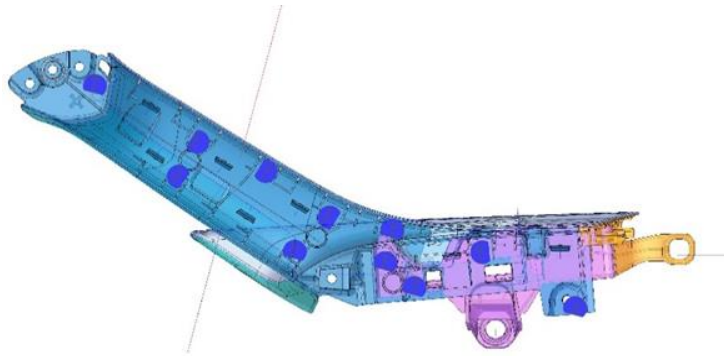


Figura 97 - Posicionamento dos extratores

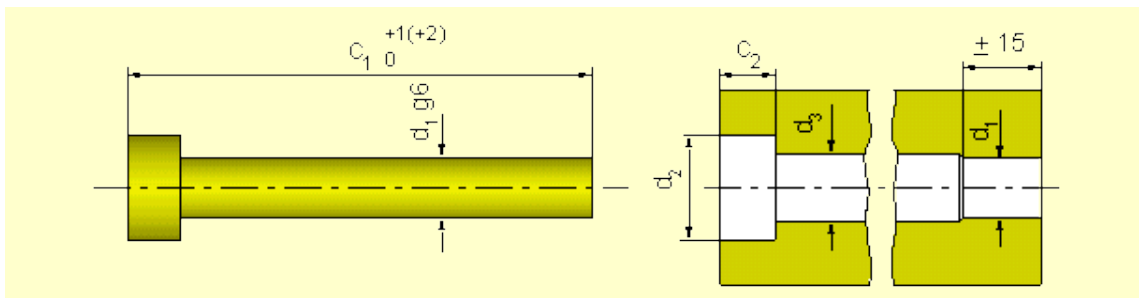
Os extratores têm como função empurrar a peça moldada para fora do molde.

### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

O dimensionamento dos extratores normais, de cabeça cilíndrica ou cônica, segue a norma DIN1530.

São normalmente fabricados em aço W.Nº 1.2516 (DIN 120 WV 4), ou 1.2343 temperado ou W.Nº 1.2343 (x38CrMoV51) Nitrurado.

A escolha do extrator é feita de acordo com o espaço existente na peça.



d <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>								
				100	125	160	200	250	315	400	500	630
2	2	5	3	■	■	■	■	■				
3	3	7	4	■	■	■	■	■				
4	3	9	5	■	■	■	■	■	■			
5	3	11	6	■	■	■	■	■	■	■	■	■
6	5	13	7,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■
8	5	15	10	■	■	■	■	■	■	■	■	■
10	5	17,5	11,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■
12	7	21	14	■	■	■	■	■	■	■	■	■

14	7	23	16	■	■	■	■	■	■	■	■	■
16	7	23	17,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■
18	7	27,5	20	■	■	■	■	■	■	■	■	■
20	8	27,5	22,5	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Figura 98 - Extratores Standard e Furações

Para facilitar, tanto o fabricante do molde, como o cliente final, em necessidade se substituição dos componentes, por algum motivo, foram usados extratores standard, da Hasco.

### 4.33. Extratores tubulares:

---

Os extratores tubulares têm como função ajudar a desmoldação de nervuras com forma cilíndrica.

#### ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

O dimensionamento dos extratores tubulares, segue a norma DIN 16756 (existem, no entanto, no mercado construções especiais, que não seguem esta norma). Trabalham conjuntamente com os extratores normais. Enquanto os extratores normais moldam o interior de um rib, os extratores tubulares moldam o topo, ajudando, assim, a extração da peça. São normalmente fabricados em aço: W.Nº 1.2516 (DIN 120 WV 4) temperado ou W.Nº 1.2343 (X 38CrMoV 5 1) Nitrurado.

### 4.34. Pernos de retorno e botões de encosto:

---

A aplicação dos pernos de retorno visa garantir que a extração está toda recuada no momento da injeção. O perno de retorno está alojado na placa extratora o qual acuta apos o acionamento da extração. Neste componente pode por vezes ser necessário a aplicação de uma mola de borracha que por sua vez evita a danificação do perno no momento do fecho do molde. Neste caso não foi aplicada.

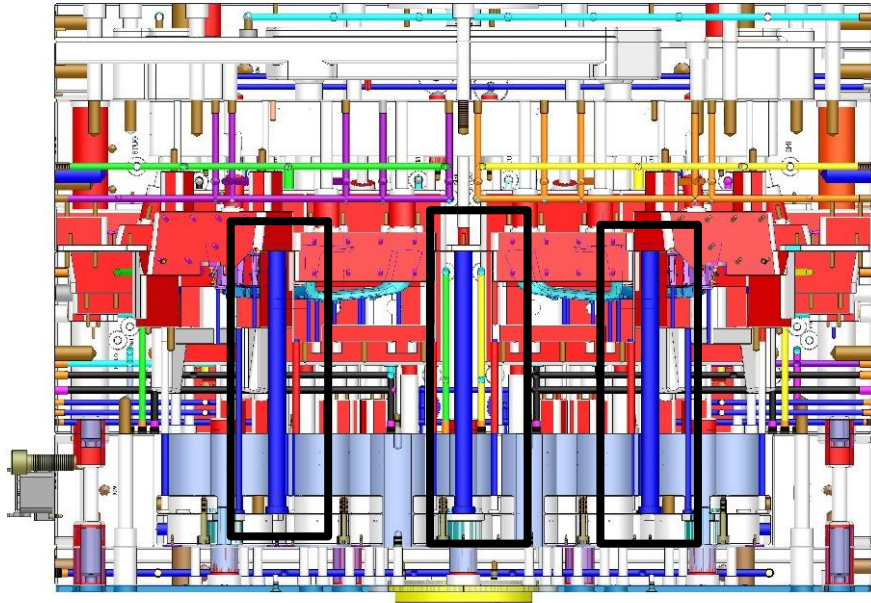


Figura 99 - Corte nos pernos de retorno

Na figura acima podemos observar os suportes de pilares, que conferem mais resistência nos esforços deflexão e compressão a que o molde está sujeito.

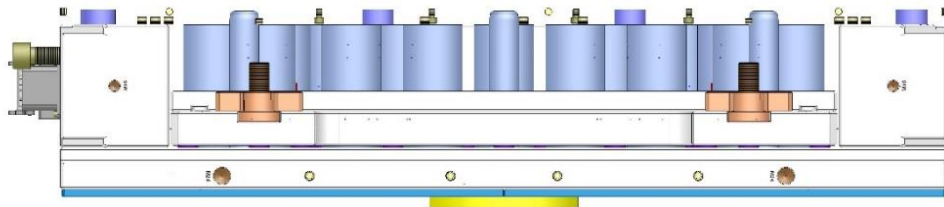


Figura 100 - Extração e suportes de pilar

#### 4.35. Botões de encosto:

---

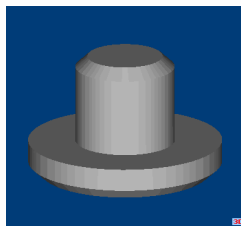


Figura 101 - Botão de encosto

Os Botões de encosto têm como função amortecer o recuo das chapas extratoras, e são aplicados entre a chapa 008 e 009.

#### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

Existem inúmeras configurações à disposição no mercado, sendo a sua escolha feita de acordo com as normas utilizadas pelo cliente, neste caso foram usados os componentes standards da Hasco.

### **4.36. Extração do lado a injeção acionada por cilindro hidráulicos:**

---

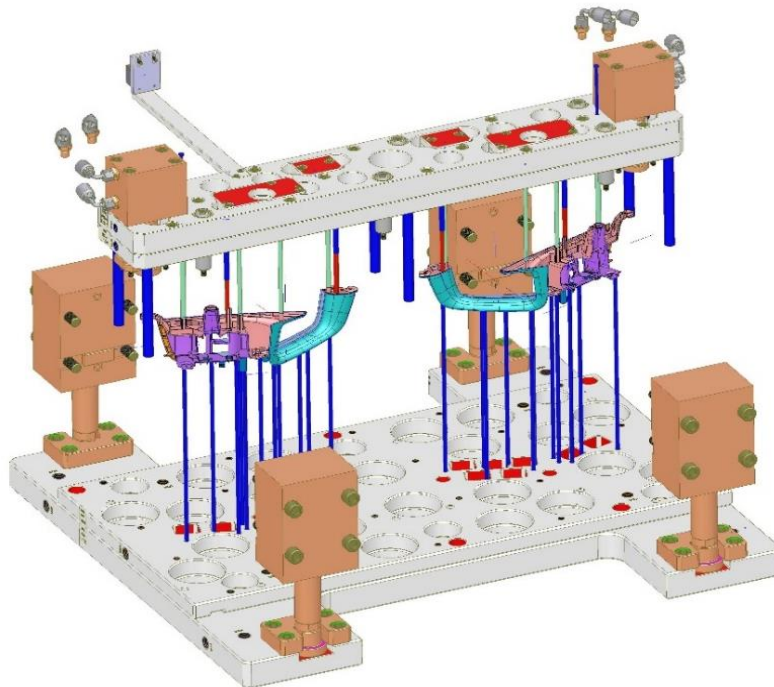


Figura 102 - Extração da injeção

Nesta fase foi necessário adicionar uma extração do lado da injeção do molde devido a complexidade geométrica da peça. Esta extração foi necessária para auxiliar e reforçar a extração da peça da cavidade de modo a não ficar presa nesta.

Para desmoldar a peça da cavidade criou-se esta extração que garante a sua correta forma pretendida pelo cliente, no entanto para tirar a peça do molde será através do robot que devido a negativo tira a peça 2 milímetros do sentido de abertura do molde para assim manter os requisitos geométricos pretendidos sem deformação.

Esta extração é acionada por um micro switch que por sua vez aciona os cilindros hidráulicos.

## 4.37. Sensores de posição e micro-switch

---

Os sensores de posição e micro-switch devem ser colocados sempre que:

- Os elementos móveis tenham extratores que se situam por debaixo deles (posição atrás)
- O acionamento dos elementos móveis for hidráulico (posição atrás e à frente)
- Os elementos móveis forem mecânicos e estiverem colocados no topo de molde (posição atrás)

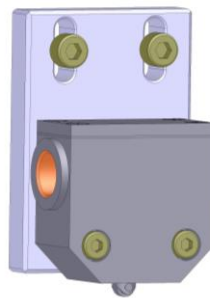


Figura 103 - Micro Euchner

## 4.38. Cilindros hidráulicos:

---

Os Cilindros hidráulicos têm como função acionar chapas, para se fazer a extração da peça de plástico, ou acionar elementos móveis para se proceder à moldação e desmoldação de zonas negativas na peça.

### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

Os cilindros são utilizados no acionamento de chapas e elementos móveis.

## 4.39. Acionamento hidráulico:

---

Na utilização de um acionamento hidráulico, devemos ter em conta:

- Deve ser utilizado acionamento hidráulico sempre que o curso necessário torne pouco prático o sistema mecânico.
- Os hidráulicos devem ser calculados para uma pressão mínima de 160bares.
- O curso do hidráulico deve ser, sempre que possível, standard e deve ter cerca de 3 a 5mm a mais que o curso real do movimento, quer atrás quer à frente.
  - O casquilho de acionamento do elemento móvel deve ter 0,5mm a 1mm de folga para que seja o fecho do molde a levar o movimento ao sítio dele.
- Os hidráulicos devem poder ser facilmente desmontados do molde com este na máquina.
- Sempre que se utiliza extracção hidráulica, os circuitos de óleo devem ser balanceados.
- Os vedantes a utilizar nos circuitos de óleo devem ser sempre em viton.

## 4.40. Entradas e saídas de óleos:

---

Devemos ter sempre em consideração nos furos roscados para entradas e saídas de óleos os seguintes pontos:

- Respeitar sempre a dimensão do furo adequado a cada tipo de rosca
- Não escarear o diâmetro exterior da rosca para permitir o ajuste da anilha
- Antes de definir a distância entre furos de entrada e saída, verificar sempre a dimensão da válvula rápida (Recore) que vai ser usada de forma a garantir espaço para a montagem
- Quando o circuito de óleo abastece mais do que um hidráulico, a distância tem de ser balanceada
- Preferencialmente os circuitos devem ser feitos na Estrutura, se não for possível usar Tubagem Externa.

A tubagem hidráulica deira ser do tipo de 12S (diâmetro de 12m, alta pressão) ou 16S (diâmetro de 16m, alta pressão) em função do caudal passante.

A interface dos circuitos hidráulicos com o exterior é efetuada através de recores de ligação rápida do tipo:

<b>Diâmetro da Tubagem</b>	<b>Recore</b>	<b>Pressão (Entrada - Fêmea)</b>	<b>Retorno (Saída - Macho)</b>
<b>12</b>	3/8''	72C6-6	72N-6
<b>16</b>	1/2''	72C8-8	72N-8

Tabela 9 - Records standard usados no molde.

O acoplamento dos recores deverá ser feito através de uniões de 3/8''BSP Gás para tubagem de Ø12mm e 1/2'' BSP Gás no caso de Ø16mm.

## 4.41. Hastes extratoras:

---

As hastes extratoras têm como função acionar a chapa móvel da extração, os aros ou barras extratoras.

### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

O tamanho da haste é escolhido em função da robustez necessária para empurrar os aros, as barras ou as chapas extratoras (consoante esteja ligada à chapa extratora ou à máquina de injeção), afim de se proceder à extração da peça de plástico.

É normalmente fabricada em aço W.Nº 1.5919 (DIN 15CrNi 16) temperado.

Neste caso as hastes extratoras foram aplicadas para ajudar a desmoldar a peça da cavidade e não criar zonas de prisão de material e permitem facilitar o processo de desmoldação da peça sem empenos e sem deformar os postes, que podemos verificar na imagem abaixo.

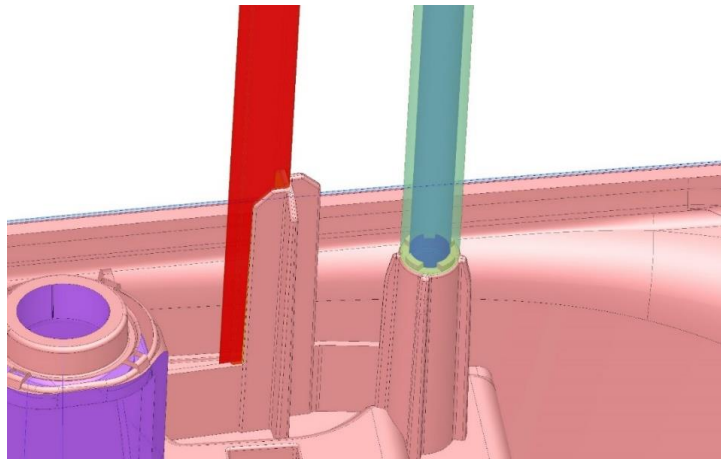


Figura 104 - Hastes extratores, lado da injeção do molde

Este ponto foi discutido com o cliente e o motivo destas barras deve se a espessura da peça, que como é grande nesta zona que contém o negativo teve de ser moldada por estas hastes extratoras.

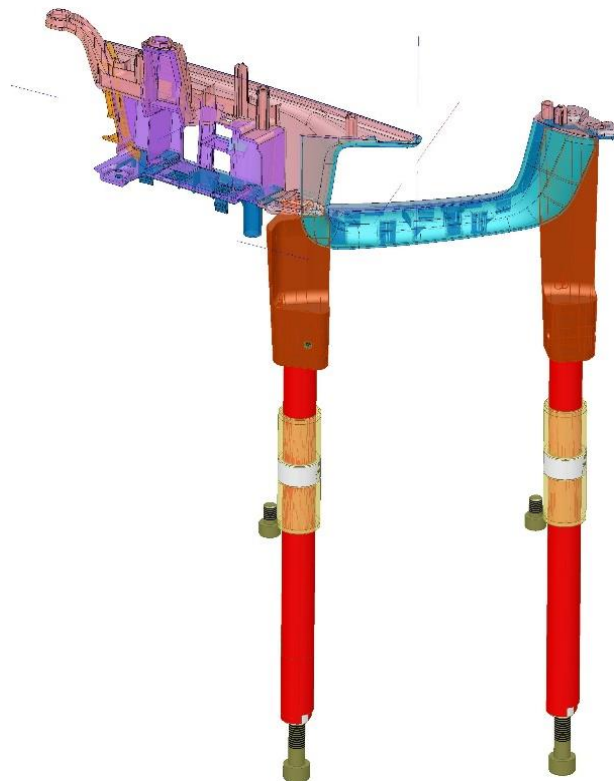


Figura 105 - Barras extratoras do lado da extração principal

Podemos assim verificar que as barras extratoras foram colocadas devido a complexidade geométrica e a necessidade de retirar a peça da bucha, sem marcas, pois esta peça será visível.

Ou seja, como podemos verificar a imagem acima, existem zonas negativas que causam prisão da peça no molde, e, onde foram inseridas as barras extratoras, que mesmo sem movimento podemos apelidar de balancés devido ao fato de moldarem esta zona, como já ficou referido.

## 4.42. Datadores:

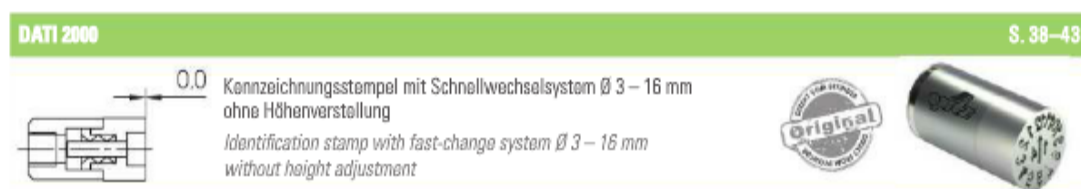


Figura 106 - Datadores usados no molde, marca opitz

Têm como função moldar na peça de plástico o mês e/ou o ano de produção da peça plástica.

Os datadores usados são standard e são da marca optiz.

### **ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:**

Existem no mercado dois tipos de datadores:

Os convencionais, em que a mudança do dia, mês ou ano é feita manualmente.

E os eletrônicos, em que a alteração do dia ou do mês é feita com o molde fechado, bastando para isso ligar o comando eletrônico através da placa de ligação. Para mudar o posição do ano é necessário o molde aberto.

Material normalmente usado no fabrico dos datadores: aço inox W.Nº 1.2083, W.Nº 1.4034 ou W.Nº 1.2344 nitruado

## 4.43. Lista de verificação do projetos de moldes:

---

Analisemos agora um exemplo de uma checklist para desenho final:

<b>ESTRUTURA (desenho no geral)</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
segue as normas do cliente			
dimensões máximas do aço			
quantidade, dimensão e localização de suportes			
referencia da máquina de injeção, aperto à máquina, colunas da máquina			
olhais: peso do molde está indicado			
blocos de travamento, se solicitado			
referencia ao topo do molde			
localização e dimensão dos rasgos de aperto			
chapa de isolamento, se exigida			
molde está projectado para caber na máquina			
guias principais do molde entram nos casquilhos antes da bucha entrar na cavidade e antes das guias inclinadas entrarem nos movimentos			
curso dos movimentos é suficiente / existe sistema de travamento nos movimentos			
o curso das molas (se existem) é suficiente			
pernos moldantes que necessitam de posicionamento estão posicionados			
postigos intermutáveis estão acessíveis pelo exterior do molde			
barra de transporte no topo do molde, se exigida			
barra de fecho do lado do operador, se exigida			
olhal da barra de transporte está correctamente posicionada p/ permitir levantar o molde na perpendicular			
os acessórios estão de acordo com as normas e especificações do cliente			

<b>EXTRACÇÃO</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
tipo de extracção bem definida			
quantidade, localização e dimensão de extractores			
curso de extracção é suficiente para a queda da peça			
curso da extracção é suficiente para que a peça desmolde dos balancés			
Micro-switch nas chapas extractoras, se exigido			
K.O's estão correctamente posicionados e representados			
existe poço frio no extractor do gito			
extractores perfilados estão posicionados			
os botões de encosto estão representados e existem em quantidades suficiente			
chapa de protecção no vão de extracção, se exigida			

<b>INJEÇÃO</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
tipo de injector / sistema de injeção correctamente definidos			
quantidade, localização e dimensão das injeções			
pormenor de injeção			
diâmetro do anel de centragem / raio de injector			
material a injectar / factor de contracção			
o injector está devidamente posicionado			
o injector está colocado de forma a suportar as pressões de injeção			
o sistema de injeção / injector são fáceis de desmontar			

<b>REFRIGERAÇÃO</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
circuitos estão todos definidos			
dimensões estão de acordo com as especificações			
foi analisada a proximidade a outros sistemas			
circuitos e níveis estão assinalados e numerados			
refrigeração salvaguarda as partes eléctricas			
refrigeração está colocada de forma a não interferir com as colunas da máquina			
os vedantes estão colocados por forma a que não se danifiquem na montagem			

<b>MATERIAS</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
definição de materiais está de acordo com as especificações do cliente			
tratamento térmico estão correctamente indicados			
durezas estão especificadas correctamente			
acabamento de superfícies e texturas estão devidamente referenciados			
gravações estão assinaladas			

<b>PARTE ELÉCTRICA</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
rasgos para os fios estão definidos por forma a que o sistema seja fácil de desmontar			
ficha eléctrica está de acordo com as especificações do cliente			
existe esquema eléctrico			

<b>FUGA DE GASES</b>	OK	NOT OK	Não Aplicável
rasgos para escape de ar estão representados e cotados de acordo com o material a injectar			
rasgo para escape de ar nas guias principais está representado			
válvulas de ar (quando existem) estão posicionados			
furos para escape de ar em posições estão representados (quando necessário)			

Data: \_\_ / \_\_ / \_\_

Tabela 10 – Checklist para desenho final

## 4.44. Preparação para a produção.

### 4.44.1. Encomenda de matérias.

Após a fase do desenvolvimento do projeto segue se a sua produção, desta forma elaborou se assim uma lista de materiais com todos os componentes constituintes do molde, para de começarem a encomendar aos fornecedores os componentes standard assim como os blocos de aço para maquinação.

Na tabela em anexo podemos ver a lista de matérias que foi elaborada. Lista de materiais).

### 4.44.2. Palete de cores

**OBJECTIVO:** Definir a coloração de determinadas zonas nos ficheiros 3D consoante a sua função.

**APLICAÇÃO:** Todos os ficheiros 3D da estrutura e zonas moldantes de projectos de moldes elaborados pela Jorge Cadete, Lda, **salvo indicação em contrário por parte do cliente.**

<u>Originais</u>		
<u>Área Peça</u>	<u>Cor</u>	<u>Posição Cor Cimatron</u>
Justamento + H/ ou Folgas Justas	Vermelho	1ª Fila 1
Folgas	Laranja	2ª Fila 3
Zona Moldante lado Injecção	Rosa	2ª Fila 2
Zona Moldante lado Extracção	Azul	2ª Fila 6
Roscas	Azul Escuro	1ª Fila 3
Águas	Cinzento	2ª Fila 4

Tabela 11 – Palete de cores

<b><u>Alteração / Revisão</u></b>		
<b><u>Área Peça</u></b>	<b><u>Cor</u></b>	<b><u>Posição Cor Cimatron</u></b>
<b>Justamento + H/ ou Folgas Justas</b>	<b>Magenta</b>	<b>1ª Fila 6</b>
<b>Folgas</b>	<b>Amarelo</b>	<b>1ª Fila 2</b>
<b>Zona Moldante Alterada</b>	<b>Verde-escuro</b>	<b>2ª Fila 8</b>
<b>Roscas</b>	<b>Verde-claro</b>	<b>1ª Fila 4</b>
<b>Águas</b>	<b>Branco</b>	<b>1ª Fila 7</b>

Tabela 12 - Alteração da paleta de cores

Quando se efetuar uma alteração/revisão, tem de se alterar as cores conforme Tabela de Alteração.

Se existir nova alteração, tem de se atribuir as cores originais às zonas alteradas na alteração/revisão anterior.

Apenas ao que é nova alteração /revisão, atribui-se as cores conforme a Tabela Alteração.

## **4.45. Ensaio do molde na máquina de injeção**

---

Como somos apenas um gabinete de projeto, e não temos uma produção associada, contactamos o fabricante do molde de modo a assistir ao primeiro ensaio do molde para validação dos movimentos mecânicos e da qualidade da peça pretendida, de modo a termos uma perceção das possíveis falhas de projeto ou de maquinação, ajuste, polimento e trabalho de montagem e bancada.

Máquina de injeção usada no teste do molde.  
Marca da máquina: Engel.



Figura 107 – Máquina de injeção usada no molde

Inserção do material  
tremonha da máquina de  
injeção a usar no ensaio, que  
não é a mesma, para a  
produção do molde, mas tem  
os mesmos requisitos, para a  
validação pretendida nesta  
fase.



Figura 108 – Inserção do material na tremonha da máquina

Molde montado na máquina  
de injeção.  
Molde aberto.



Figura 109 – Molde montado na máquina de injeção

Nesta fase são ajustados os parâmetros de injeção pelo operador da máquina.

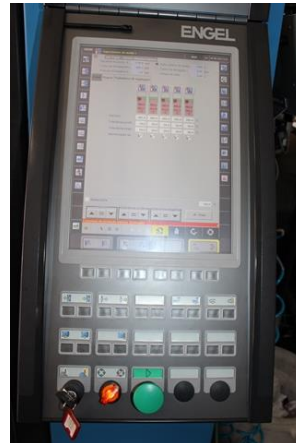


Figura 110 – Painel da máquina de injeção

São montadas as mangueiras para a refrigeração do molde e ligadas a máquina de injeção do lado da extração.

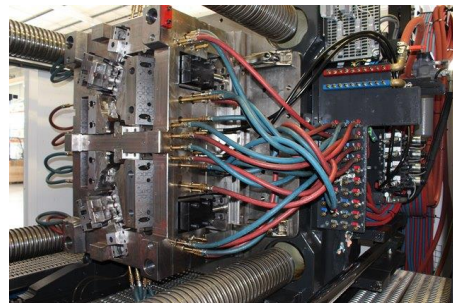


Figura 111 - Lado móvel do molde ligações de refrigeração

E são também montadas e ligadas ao lado da injeção do molde.

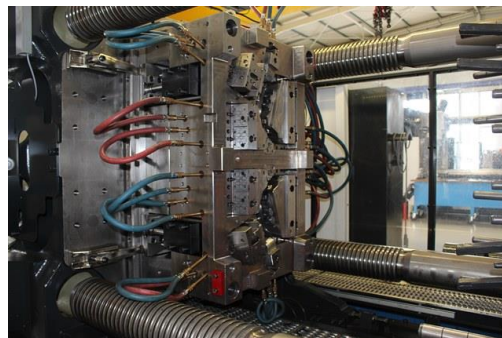


Figura 112 - Lado fixo do molde e ligações de refrigeração

São ajustadas as temperaturas do molde, assim como o seu sistema de refrigeração.



Figura 113 - Sistema de controlo das temperaturas de funcionamento do molde.

Primeira peça obtida, onde se verifica as machas no material injetado devido a temperatura do molde ainda não estar afinada.



Figura 114 – Primeira peça obtida

A extração do molde avança, acionadas pelos cilindros hidráulicos e as primeiras peças estão obtidas.



Figura 115 – Extração avançada

Antes da abertura do molde é acionada a extração da injeção para ajudar na melhor desmoldação da peça, evitando prisões.



Figura 116 - Extração do lado da injeção acionada.

A peça foi retirada manualmente, por ser apenas um teste do molde, para validação de qualidade. Na produção do molde a peça será tirada com robot.



Figura 117 – Peça Obtida e retirada manualmente

Peças obtidas.



Figura 118 - Peça pretendida com os resultados esperados.



## 5. Conclusão:

---

A elaboração de um molde de injeção é necessária para a obtenção de uma elevada cadência de peças plásticas a um custo reduzido. Esta cadência depende da complexidade da geometria, do seu volume, do material a injetar e da qualidade exigida.

Na elaboração do molde, a geometria da peça define a estrutura do mesmo, o seu tamanho, aplicação de elementos móveis e de extração.

Contudo, devemos respeitar os parâmetros e requisitos do cliente. Neste caso, o uso de elementos móveis e de extração aumenta o custo da ferramenta, devido ao aumento de componentes e tempo de fabrico.

Os requisitos do cliente acompanham toda a elaboração da ferramenta, a esta já está atribuída a uma dada injetora, a qual tem uma distância entre colunas de 320 x 370 mm<sup>2</sup> e uma força de fecho de 60 toneladas, que deverá ser respeitada, assim como o local da injeção e características de alguns componentes.

Os processos de fabrico influenciam a construção da ferramenta, tendo em conta as limitações e disponibilidade dos mesmos.

Os esforços e desgaste limitam a vida útil do molde. No entanto, a aplicação de uma conceção que seja resistente aos esforços beneficia o funcionamento da ferramenta e evita defeitos que possam aparecer na peça.

Contudo, o molde deve ser conjugado com o controlo de custos, pelo que se torna necessária a aplicação de uma multiplicidade de materiais, com diferentes custos, mas que apresentam as propriedades requeridas. No fabrico do molde, a aplicação de uma multiplicidade de processos de fabrico como a fresagem, torneamento, furação e electro-erosão, torna-se necessária para a obtenção da geometria final da peça e da ferramenta. Mas, no final, torna-se sempre necessário um trabalho de bancada para fechar o molde e diminuir o aparecimento de rebarbas ou defeitos na peça.

O orçamento do molde visou o custo dos materiais (aços, ligas de cobre e grafite), componentes normalizados (bico, guias e casquilhos), custo/hora das máquinas e custo laboral.

A estimativa do custo/hora das máquinas e laboral não são exatos e estão ligados diretamente ao tamanho e complexidade que apresenta o molde. A experiência e uma análise comparativa com outros projetos permitem uma aproximação a este custo. No final, o valor

do orçamento não deve estar muito desfasado, para não ter um valor demasiado alto e perder a encomenda, ou não ser demasiado baixo e provocar prejuízo no fabricante do mesmo.

No que respeita ao ensaio efetivo do molde, concluiu-se que a nível projetual todos os objetivos foram cumpridos e que as otimizações a fazer eram de bancada, as primeiras peças obtidas apresentavam defeitos (marcas e rebarbas), o que levou a um conjunto de modificações e retificações. Estas aumentam o tempo de fabrico do molde e, conseqüentemente, o seu custo.

Verificou-se alguma dificuldade em manter uma junta sem rebarba e sem se sentir a transição. Assim, foram adicionadas seguranças no movimento interno do elemento 82 (colocação de batente com afinação) e tivemos de fazer a montagem dos movimentos 80 e 81 fora do molde para ser possível acertar e polir a junta entre os dois por forma a ser o menos perceptível possível.

Também houve dificuldade em desmoldar os negativos que existiam nas barras extratoras. Assim, foi necessário sensibilizar o cliente para esta dificuldade e apresentar como solução ser o robot a deslocar a peça antes de a extrair do molde.

Nas “unhas” dos balancés também existia a possibilidade de o balancé marcar a peça ao fazer o movimento, pelo que foi proposto ao cliente criar patamares com a saída a 0 graus para que tal não acontecesse. Em dois dos balancés os carros onde deslizam ficaram com inclinação para isso não acontecer

O projeto de um molde de injeção começa pela peça/desenho fornecido pelo cliente e termina com a obtenção de peças idênticas à fornecida. Mas a sua fabricação apresenta inúmeras etapas e ao longo destas a relação entre os custos, qualidade e requisitos do cliente tem que estar sempre presente.

## Bibliografia

---

Jorge Cadete, Unipessoal, Lda. (s.d.). *IT10.6-3*.

Andrade, C. (1995). *Compêndio de Nomenclatura Macromolecular*. Zamora: UNLZ.

Barrera, M. A., Vega, J. F., & Salazar, J. M. (2006). *Melt flow index on high molecular weight polyethylene: A comparative study of experiments and simulation* (Vol. 174). *Journal of Materials Processing Technology*.

Callister, W. D. (2001). *Fundamentals of Materials Science and Engineering* (5th ed. ed.). USA: John Wiley & Sons.

CENTIMFE. (2005). *Curso de tecnologias de matérias plásticas - Moldação por injeção*. Marinha Grande: Curso de dezembro.

Cowie, J. G. (1991). *Polymers: Chemistry and Physics of Modern Materials*, (2nd ed. ed.). UK: CRC Press.

Cunha, A. (2003). *Moldação por Injeção e Materiais Plásticos* (Vol. 2). (Centimfe, Ed.) Marinha Grande: Manual do Projectista para Moldes de Injeção de Plástico.

- DEMAR. (2010). Obtido de <http://www.demar.eel.usp.br/polimeros>
- Han, C. D. (2007). *Rheology and Processing of Polymeric Materials: Polymer Rheology* (Vol. 1). USA: Oxford University Press.
- Harada, J. (2004). *Moldes para injeção de termoplásticos*.
- Harper, C. A. (2000). *Modern Plastics Handbook*. USA: McGraw-Hill.
- [http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive\\_charts/IEChart.html](http://www-materials.eng.cam.ac.uk/mpsite/interactive_charts/IEChart.html). (s.d.).
- J., V., & Strutt, D. (2003). *The role of rheology in polymer extrusion* (Nov. ed.). Milan, Itália: New Technology for Extrusion Conference.
- MFI testing: Viscosity Measurement of Thermoplastics Polymers*. (s.d.). Obtido em 23 de 10 de 2013, de [http://www.pt.bme.hu/futotargyak/44\\_BMEGEPTAG0P\\_2013tavasz/b1\\_mfi\\_v01.pdf](http://www.pt.bme.hu/futotargyak/44_BMEGEPTAG0P_2013tavasz/b1_mfi_v01.pdf)
- Peças, P., Almeida, P., & Henriques, E. (2003). *A exploração das tecnologias e a competitividade das empresas de moldes* (Vol. 16). O Molde.
- Scheirs, J., & Long, T. E. (2003). *Modern Polyesters: Chemistry and Technology of Polyesters and Copolyesters*. England: John Wiley & Sons Ltd.
- Shoemaker, J. (2006). *Moldflow Design Guide: A Resource for Plastics Engineers*. USA: Hanser Gardner Publications.
- Technical Paper. (2003). *Masterbatches, Melt Flow Index*. USA: Cabot Corporation.
- Vieira, F. (2010). *Materiais usados na concepção de um automovel*. . FEUP, Porto.

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*

# Anexos

---

## Métodos mais comuns de endurecimento de materiais na indústria dos moldes

Com objetivo de melhorar determinadas propriedades mecânicas dos aços a indústria de moldes utiliza diferentes tratamentos. Têm sido utilizadas fundamentalmente dois tipos de técnicas:

1. **Tratamentos térmicos** com o objetivo de modificar a estrutura dos aços para melhorar as suas características mecânicas, sem modificar a sua composição química;
2. **Tratamentos termoquímicos** com objetivos semelhantes mas com alteração da composição química superficial. Como técnicas mais frequentemente utilizados referem-se:
3. **Recozimento para redução de tensões** – Com o objetivo de eliminar as tensões internas;
4. **Têmpera** – Consiste no aquecimento do aço para proceder à sua austenização completa, seguida de arrefecimento de modo a transformar total ou parcialmente a austenite em martensite;
5. **Cementação** – Consiste num tratamento termoquímico de carbonização da superfície da peça, seguido de têmpera e revenido. O núcleo do material ganha tenacidade e a camada superficial fica endurecida;
6. **Nitruração** – Consiste num tratamento termoquímico de difusão do azoto na superfície da peça, sob determinadas condições de temperatura, com o objetivo da formação de nitretos duros à superfície;
7. **Tratamento Sub-zero** – Depois da têmpera os aços apresentam, normalmente, pequenos teores de austenite residual que se transformam em martensite ao longo do tempo. Com este tratamento é possível eliminar a austenite residual e, deste modo, evitar a deformação como resultado da alteração do estado de tensão.

Qualquer destes tratamentos térmico ou termo-químico provoca, na maioria dos casos, distorções e imperfeições na superfície das peças, obrigando a posteriores operações de acabamento. Se a retificação era o processo de eleição para eliminar essas distorções

induzidas, atualmente o torneamento com materiais para ferramentas devidamente selecionados oferece uma alternativa extremamente competitiva na produção de acessórios para moldes e componentes automóveis.

TIPO DE MATERIAL	NORMAS					TRAT. TERMICO	DUREZA		FORNECEDOR PREFERENCIAL	CARACTERISTICAS	APLICAÇÕES
	EURONORMA (EUROPA)	AISI (USA)	BS (UK)	AFNOR (FRANÇA)	DIN (ALEMANHA)		Kg/mm²	HRC			
Aço Cementação	1.2162	P2			21MnCr5	Cementado		58-60	THYSSEN - THY 2162	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aço para cementação</li> <li>Boa aptidão ao polimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engrenagens</li> </ul>
	1.5752	3310	655H13	14NC12	14NiCr14	Cementado		58-60	THYSSEN - THY 5752 RAMADA - G16 SPECIAL UNIVERSAL - ES ESPECIAL ABLACK - ER15		
	1.5919	3115		16NC6	15CrNi6	Cementado		58-60	THYSSEN - THY 5919 RAMADA - RC 646 UNIVERSAL - ECM150	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aço para cementação crômioniquel para peças com elevada dureza superficial.</li> <li>Alta tenacidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Engrenagens, Guias e Casquilhos</li> </ul>
	1.7131	5115	590M17	14MC4	16MnCr5	Cementado			THYSSEN - THY 7131 RAMADA - RMC 16 ESCHMANN - EC 80		<ul style="list-style-type: none"> <li>Guias e Casquilhos</li> </ul>
	1.7147	5120		20MC5	20MnCr5	Cementado			THYSSEN - THY 7147 RAMADA - RMC 20 ESCHMANN - EC 100		
	1.2764	P21			X19NiCrMo4	Cementado		56-62	RAMADA - RL 216 UNIVERSAL - M130 THYSSEN - THY 2764	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aço de cementação, boa estabilidade dimensional e boa aptidão ao polimento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moldes com geometrias complexas</li> </ul>
Aço para Têmpera	1.2080	D3	BD3	Z200C12	X210Cr12	Temperado		58-60	THYSSEN - THY 2080 RAMADA - RL 200 ESCHMANN - 50S UNIVERSAL - SPECIAL K		
	1.2210	L2			115CrV3	Temperado			THYSSEN - THY 2210 RAMADA - CROVAN ESCHMANN - CRV SISTA		
	1.2343	H11	BH11	Z38CDV5	X38CrMoV5-1	Temperado		48 50-52	THYSSEN - THY 2343 ESCHMANN - ES 235W FERROL - 1.2343 LUGAND - LA 2343 UNIVERSAL - US Ultra ABLACK - JL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistência à tração quente</li> <li>Alta tenacidade, boa condutibilidade térmica</li> <li>Boa aptidão à textura, ao polimento e nituração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cavidades, Buchas, elementos moveis e balancês</li> </ul>
	1.2344	H13	BH13	Z40CDV5	X40CrMoV5-1	Temperado		48 50-52	THYSSEN - THY 2344 ESCHMANN - 235W FERROL - 1.2344 LUGAND - LA 2343 / SM3 RAMADA - MG50 ORVAR UNIVERSAL - US Ultra AASILVA - WSW 15	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alta resistência à tração quente</li> <li>Alta tenacidade, boa condutibilidade térmica</li> <li>Boa aptidão à textura, ao polimento e nituração</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cavidades, Buchas, elementos moveis e balancês</li> </ul>
	1.2363	A2	BA2	Z100 CDV5	X100CrMoV5-1	Temperado			THYSSEN - THY 2363 RAMADA - CALMAX ESCHMANN - 2363		
	1.2379	D2	BD2	Z160 CDV12	X155CrMo12-1	Temperado		56-58	THYSSEN - THY 2379 RAMADA - C 265 ESCHMANN - HE 70		
	1.2510	01	B01	90MWCV5	100MnCrW4	Temperado	100 a 120	54-60	THYSSEN - THY 2510 RAMADA - BCW ESCHMANN - 2842 UNIVERSAL - AMUTITS		<ul style="list-style-type: none"> <li>Barras de Ajuste e Deslize</li> </ul>
	1.2550	S1	BS1	55WC20	60WCrV7	Temperado			THYSSEN - THY 2550 RAMADA - D 249 ESCHMANN - 600 DM		
	1.2709	18MAR30			X3NiCoMo Ti 18-9-5	Temperado			THYSSEN - THY 2709 ESCHMANN - 2709		
	1.2721	L6		50NCV12	50NiCr13	Temperado		54-56	THYSSEN - THY 2721 RAMADA - GRANE ESCHMANN - 2721 UNIVERSAL - NBS		
	1.2767			40NCDV16	X45NiCrMo4	Temperado		54-56	THYSSEN - THY 2767 ESCHMANN - 275 KM RAMADA - BS 45	<ul style="list-style-type: none"> <li>Muito boa aptidão à textura, ao polimento e nituração</li> <li>Muito boa maquinabilidade e alta tenacidade</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizado para moldes de todo o tipo de plásticos excepto corrosivos ou abrasivos</li> </ul>
	1.2842	02	B02	90MV8	90MnCrV8	Temperado		56-60	THYSSEN - THY 2842 ESCHMANN - 60S UNIVERSAL - MST - K720		
	1.6747	S7				Temperado		54-56	RAMADA - G1 SPECIAL		
	1.2367	H13 (Mod)						46-50		<ul style="list-style-type: none"> <li>Boa condutibilidade térmica</li> <li>Boa aptidão à nituração</li> <li>Boa maquinabilidade e aptidão ao polimento e textura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mandris</li> </ul>
Aço Mola	1.8159	6145	735A58	55S7	55Si7				THYSSEN - THY 8159 RAMADA - C424 UNIVERSAL - W150-K200		
	1.5026	9255	251A58	55S7	55Si7				THYSSEN - THY 5026 RAMADA - S310		

Aço Inoxidável	1.4028	420F	420S45	Z30C13	X30Cr13			THYSSEN – THY 4028 RAMADA – RAMAX S	
	1.4841	310	314S25	Z15CNS25- 20	X15CrNi25 -20			THYSSEN – THY 4841 RAMADA – R 23	

TIPO DE MATERIAL	NORMAS					TRAT. TERMICO	DUREZA		FORNECEDOR PREFERENCIAL	CARACTERISTICAS	APLICAÇÕES
	EURONORMA (EUROPA)	AISI (USA)	BS (UK)	AFNOR (FRANÇA)	DIN (ALEMANHA)		Kg/mm²	hRC			
Ligas Cobre e Alumínio	A18 CB3 Bronze Al. Bronze Al. Bronze Al.						18-20 9-10 18-20 15-20			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cu88_A10_Fe2</li> <li>● Cu88_Sn12</li> <li>● Cu64_A4_Ni3_Fe3_Zn26</li> <li>● Cu80_A9_Fe4_Mn3_Ni4</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Corrediças, Deslizes não moldantes</li> </ul>
	A89						28-30			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 9x superior ao aço</li> </ul>	
	A940						20-22			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 8x superior ao aço</li> <li>● Resistência ao desgaste e boa condutibilidade térmica e eléctrica.</li> <li>● Erosão difícil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Pernos Moldantes</li> </ul>
	Hovadur K265						25-27			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 10x superior ao aço</li> <li>● Erosão difícil</li> </ul>	
	Moldamax LH						28-30			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 6x superior ao aço</li> <li>● Aceita erosão</li> </ul>	
	Hovadur K190 / Ampco 18						18-20			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 3x superior ao aço</li> <li>● Aceita erosão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Balancões, Elementos Móveis</li> </ul>
	Hovadur K350						36-40			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 5x superior ao aço</li> <li>● Aceita erosão</li> </ul>	
	Moldamax HH A83HH						38-40			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 4x superior ao aço</li> <li>● Aceita erosão</li> </ul>	
	Hovadur 265						25-27			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 10x superior ao aço</li> </ul>	
	Hovadur 220						21-23			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 6x superior ao aço</li> </ul>	
	A940						20-22			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 8x superior ao aço</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Postiços sem zonas de justamentos. Não utilizar o A940 em postiços com erosão</li> </ul>
	Moldamax LH						28-30			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 6x superior ao aço</li> </ul>	
	Bronze Al.										
	Hovadur 350						36-40			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 5x superior ao aço</li> </ul>	
	Moldamax HH A83HH						38-40			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 4x superior ao aço</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Postiços com zonas de justamentos. Não utilizar os 3 primeiros quando o postigo tiver zonas frágeis</li> </ul>
	Moldamax LH						28-30			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 6x superior ao aço</li> </ul>	
Hovadur K265						25-27			<ul style="list-style-type: none"> <li>● Condutibilidade 10x superior ao aço</li> </ul>		

## Lista de materiais e componentes do molde.

List of Materials			Mold nº			
Data: 2016-07-08			Sheet1 3D953			
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
X	000A	Barra de transporte	1	66.00 X 220.00 X 76.00	1.1730	---
X	000B	Barra de transporte	1	250.00 X 76.00 X 66.00	1.1730	---
	001	Chapa de Aperto da Injecção	1	1196.00 X 896.00 X 56.00	1.1730	---
	001A	Placa de isolamento	1	596.00 X 892.00 X 10.00	FIBRO	---
	001A-1	Placa de isolamento	1	596.00 X 892.00 X 10.00	FIBRO	---
	002	Chapa das Cavidades	1	1196.00 X 746.00 X 274.00	1,2312	---
	002A	Chapa do Carburador	1	1196.00 X 746.00 X 86.00	1.1730	---
	003	Chapa da Bucha	1	1196.00 X 746.00 X 327.00	1,2312	---
	005	Calços	1	746.00 X 146.00 X 166.00	1.1730	---
	005A	Calços	1	746.00 X 146.00 X 166.00	1.1730	---
	006	Calços	1	500.00 X 134.00 X 166.00	1.1730	---
	006A	Calços	1	500.00 X 134.00 X 166.00	1.1730	---
	007	Chapa dos extractores	1	898.00 X 472.00 X 27.00	1.1730	---
	007A	Chapa dos extractores	1	916.00 X 146.00 X 26.00	1.1730	---
	008	Chapa de aperto dos Extractores	1	898.00 X 824.00 X 46.00	1,2312	---
	008A	Chapa de aperto dos Extractores	1	916.00 X 146.00 X 37.00	1,2312	---
X	008A-1	Barra de fixacao	1	65.00 X 50.00 X 12.00	1,2311	---
X	008A-2	Barra de fixacao	1	65.00 X 50.00 X 8.00	1,2311	---
X	008A-3	Barra de fixacao	1	65.00 X 50.00 X 12.00	1,2311	---
X	008A-4	Barra de fixacao	1	65.00 X 50.00 X 8.00	1,2311	---
X	008A-5	Barra de fixacao	1	135.00 X 58.00 X 8.00	1,2311	---
X	008A-6	Barra de fixacao	1	135.00 X 58.00 X 12.00	1,2311	---
X	008A-7	Barra de fixacao	1	135.00 X 58.00 X 12.00	1,2311	---
X	008A-8	Barra de fixacao	1	135.00 X 58.00 X 8.00	1,2311	---
	009	Chapa da Extração	1	1196.00 X 896.00 X 56.00	1.1730	---
	009A	Placa de isolamento	1	596.00 X 892.00 X 10.00	FIBRO	---
	009A1	Placa de isolamento	1	596.00 X 892.00 X 10.00	FIBRO	---
	012	Suporte de Pilar (SP01)	22	Z57/ 80.00 X 166.00	HASCO	---
	016	Guia Principal (GP)	4	E1020 /52 X 500	MEUSBURGER	---
X	018	Guia prismatica	2	35.00 X 83.34 X 323.93	1.7131	Cementado
X	018-1	Guia prismatica	2	35.00 X 83.34 X 323.93	1.7131	Cementado
X	020	Guia Inclínada (GI)	4	Z 01 / 30 x 200	HASCO	---
X	020-1	Guia Inclínada (GI)	2	Z 01 / 20 x 215	HASCO	---
X	020-1A	Casquilho de fixação	1	Ø28.00x49.00	1,2311	---
X	020-2A	Casquilho de fixacao	1	Ø28.00x49.00	1,2311	---
X	020A	Casquilho de fixacao	4	Ø38.00x43.00	1,2311	---
X	021	Guia Inclínada (GI)	4	E 1030/32 x 320	MEUSBURGER	---
X	021-1	Guia Inclínada	2	Z 01 / 24 x 140	HASCO	---
X	021-1A	Casquilho de Fixacao	1	Ø32.00x38.00	1,2311	---
X	021-1B	Casquilho de fixacao	1	Ø32.00x38.00	1,2311	---
X	021A	Casquilho de Fixacao	4	Ø40.00x46.50	1,2311	---
	023	Guia das Chapas Extractoras (GE)	6	Z 01 / 40 x 240	HASCO	---
	023A	Guia das Chapas Extractoras (GE)	6	E 1040/24 x 100	MEUSBURGER	---
	025	Casquilho da Guia Principal	4	E 1110/52 - 116	MEUSBURGER	---
	026	Casquilho Centrador	4	Z 20 / 42 X 40	HASCO	---
	026A	Casquilho Centrador	4	Z20 / 42/ 100	HASCO	---
	027	Casquilho	8	Z 20 / 42 X 40	HASCO	---
	027A	Casquilho	8	Z20 /42X80	HASCO	---
X	28	Casquilho do Balance	1	42.72 X 35.00 X 30.00	BRONZE	---
	028-2	Casquilho do Balance	1	42.72 X 35.00 X 30.00	BRONZE	---
X	028-4	Casquilho do Balance	1	42.72 X 35.00 X 30.00	BRONZE	---
X	028-5	Casquilho do Balance	1	42.72 X 35.00 X 30.00	BRONZE	---
X	028-8	Casquilho do Balance	1	35.00 X 42.72 X 30.00	BRONZE	---
X	028-9	Casquilho do Balance	1	35.00 X 42.72 X 30.00	BRONZE	---
X	028-10	Casquilho do Balance	1	35.00 X 42.72 X 30.00	BRONZE	---
X	028-3	Casquilho do Balance	6	35.00 X 42.72 X 30.00	BRONZE	---
X	028-13	Casquilho do Balance	1	35.00 X 42.72 X 30.00	BRONZE	---
	029	Casq. da Guia da Chapa Extractora	6	Z 1000 W / 46 x 40	HASCO	---
	029A	Casq. da Guia da Chapa Extractora	6	E 1105/24- 36	MEUSBURGER	---
	030	Perno de Retorno	6	Z 41 / 25 x 400 (L=385.00)	HASCO	---
	030A	Perno de Retorno	6	Z 41 / 16 x 200 (L= 185.00)	HASCO	---
X	032	Anel de Centragem	1	Ø220.00x35.00	1.1730	---
X	032A	Anel de Centragem	1	Ø220.00x35.00	1.1730	---
X	042-1	Limitador de Curso	2	50.00 X 12.00 X 8.00	1.1730	---
X	048	Interlock	1	77.00 X 21.95 X 49.00	AMPCO 18	---
X	048A	Interlock	1	77.00 X 21.95 X 49.00	AMPCO 18	---

List of Materials		Mold nº				
Data:	2016-07-08	Sheet1	3D953			
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
X	048B1	Interlock	3	77.00 X 21.95 X 49.00	AMPCO 18	---
X	048B2	Interlock	3	77.00 X 21.95 X 49.00	AMPCO 18	---
	048C	Interlock	4	Z08 / 80 _20x20	1,2343	---
X	049	Interlock	3	75.00 X 21.69 X 50.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	049A	Interlock	3	75.00 X 21.69 X 50.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	049B	Interlock	1	75.00 X 21.69 X 50.00	AMPCO 18	---
X	049B1	Interlock	1	75.00 X 21.69 X 50.00	AMPCO 18	---
X	050	Barra de Fecho	2	100.00 X 50.00 X 20.00	1.1730	---
X	056	Chapa de Ajuste	4	12.00 X 54.59 X 166.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056A	Chapa de Ajuste	2	146.00 X 37.59 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056B	Chapa de Ajuste	4	12.00 X 92.00 X 47.59	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056C	Chapa de Ajuste	2	12.00 X 60.00 X 47.59	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056D	Chapa de Ajuste	4	12.00 X 142.00 X 61.59	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056E	Chapa de Ajuste	2	82.00 X 61.59 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	056F	Chapa de Ajuste	2	12.00 X 82.00 X 61.59	1,2842	56-60 Hrc Temperado
	057	Chapa de Ajuste	20	BR2680 50 x 100	BRUYERUBIO	---
X	058	Chapa de Ajuste	2	96.00 X 12.00 X 78.61	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	058-1	Chapa de Ajuste	2	96.00 X 78.61 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
	058A	Chapa de Ajuste	1	76.00 X 98.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
	058A-1	Chapa de Ajuste	1	76.00 X 98.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	058A1	Chapa de Ajuste	1	76.00 X 98.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	058A-2	Chapa de Ajuste	1	76.00 X 98.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	058C	Chapa de Ajuste	1	70.00 X 90.44 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	058C-1	Chapa de Ajuste	1	70.00 X 90.44 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	059	Chapa de Ajuste	3	100.00 X 100.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	059-1	Chapa de Ajuste	3	100.00 X 100.97 X 12.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060	Barra de Deslize	1	203.90 X 128.50 X 28.90	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060-1A	Barra de Deslize	1	128.50 X 203.90 X 28.90	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060A	Corrediça	1	40.00 X 203.90 X 42.93	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060A-1	Corrediça	1	40.00 X 203.90 X 42.93	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060B	Barra de Deslize	1	203.90 X 128.50 X 28.90	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060B-1	Barra de Deslize	1	128.50 X 203.90 X 28.90	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060C	Corrediça	1	30.00 X 203.90 X 58.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060C-1	Corrediça	1	30.00 X 203.90 X 58.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060D	Corrediça	1	30.00 X 203.90 X 58.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	060D-1	Corrediça	1	203.90 X 30.00 X 58.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	061	Barra de Deslize	1	206.00 X 170.66 X 43.83	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	061-1	Barra de Deslize	1	206.00 X 170.66 X 43.83	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	061A	Barra de Deslize	2	120.00 X 41.00 X 51.61	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	061A-1	Barra de Deslize	2	120.00 X 41.00 X 51.61	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	062A-1	Barra de Deslize	1	171.00 X 191.10 X 38.88	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	062A-2	Barra de Deslize	1	171.00 X 191.10 X 38.88	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	062B	Corrediça	1	58.00 X 115.00 X 58.86	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	062B-1	Corrediça	1	115.00 X 58.00 X 58.86	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063A	Corrediça	1	23.00 X 139.00 X 61.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063A-1	Corrediça	1	139.00 X 23.00 X 61.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063B	Barra de Deslize	1	92.00 X 139.00 X 10.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063B-1	Barra de Deslize	1	92.00 X 139.00 X 10.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063C	Corrediça	1	23.00 X 139.00 X 61.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	063C-1	Corrediça	1	23.00 X 139.00 X 61.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	080	Elemento Móvel	1	336.00 X 254.93 X 171.56	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	080-1	Elemento Móvel	1	336.00 X 254.93 X 171.56	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	80-10-1	Perno de Prisão	4	Z 40 / 8 x 63 (L= 52.60)	HASCO	---
	80-10B	Perno roscado	4	Z 40 / 8 x 160 (L= 135.60)	HASCO	---
	80-10C	Perno roscado	4	Z 35 / 16 X 20	HASCO	---
	80-10D-1	Perno de Prisão	2	Z 40 / 8 x 63	HASCO	---
X	81	Elemento Móvel	1	204.00 X 240.44 X 138.69	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	081-1	Elemento Móvel	1	236.22 X 204.00 X 139.19	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	82	Elemento Móvel	1	169.00 X 217.58 X 143.02	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	082-1	Elemento Móvel	1	217.58 X 169.00 X 143.02	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	082A	Postiço do elemento móvel	1	ø16.00 X 70.08	1,2343	50-52 Hrc Temp. / Nitr.
X	082A-1	Postiço do elemento móvel	1	ø16.00 X 70.08	1,2343	48-52 Hrc Temp. / Nitr.
X	082B	Barra de Deslize	1	15.00 X 30.00 X 126.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	082B-1	Barra de Deslize	1	126.00 X 30.00 X 15.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	082B1	Barra de Deslize	1	126.00 X 30.00 X 15.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	082B1-1	Barra de Deslize	1	126.00 X 30.00 X 15.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado

List of Materials		Mold nº				
Data: 2016-07-08		Sheet1 3D953				
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
X	082D	Postiço do elemento móvel	1	25.96 X 47.52 X 34.79	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	082D-1	Postiço do elemento móvel	1	47.52 X 25.95 X 34.79	1,2343	48-52 Hrc Temperado
	082D1	Taco	1	Ø11.00x7.03	Cobre	---
	082D1-1	Taco	1	Ø11.00x7.03	Cobre	---
	082D2	Taco	1	Ø11.00x5.37	Cobre	---
	082D2-1	Taco	1	Ø11.00x5.37	Cobre	---
X	082E	Carro do Movimento	2	21.00 X 26.00 X 21.90	1,2842	58-62 Hrc Temperado
X	083	Elemento Móvel	1	91.00 X 177.82 X 120.00	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	083-1	Elemento Móvel	1	91.00 X 177.82 X 120.00	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	100	Cavidade	1	412.66 X 153.00 X 144.98	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	101	Cavidade	1	412.66 X 153.00 X 144.98	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	200	Bucha	1	412.62 X 153.00 X 167.75	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	200A	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 200 (L=161.71)	HASCO	---
X	200B	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=109.33)	HASCO	---
X	200C	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=106.35)	HASCO	---
X	200D	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=118.28)	HASCO	---
X	201	Bucha	1	412.62 X 153.00 X 167.74	1,2343	48-52 Hrc Temperado
X	201A	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 200 (L=161.71)	HASCO	---
X	201B	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=109.33)	HASCO	---
X	201C	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=106.35)	HASCO	---
X	201D	Postiço da Bucha	1	Z 40 / 10.5 x 125 (L=118.28)	HASCO	---
	320	Balancé	1	12.15 X 12.87 X 315.44	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-1	Balancé	1	11.73 X 12.88 X 321.66	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-2	Balancé	1	11.13 X 12.82 X 309.18	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-3	Balancé	1	11.61 X 12.87 X 315.51	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-4	Balancé	1	10.93 X 12.81 X 306.82	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-5	Balancé	1	11.43 X 12.84 X 312.91	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-6	Balancé	1	11.10 X 12.81 X 307.85	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-7	Balancé	1	12.81 X 25.38 X 307.47	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-8	Balancé	1	11.43 X 12.84 X 312.91	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-9	Balancé	1	11.13 X 12.82 X 309.18	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-10	Balancé	1	10.93 X 12.81 X 306.82	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-11	Balancé	1	11.61 X 12.87 X 315.51	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-12	Balancé	1	11.73 X 12.88 X 321.67	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
	320-13	Balancé	1	12.15 X 12.87 X 315.44	1,2343	48-52 Hrc Nitrurado
X	320A-1	correção do carro do Balancé	10	19.00 X 22.00 X 33.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320A-5	correção do carro do Balancé	4	19.00 X 24.00 X 33.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-1	Carro do Balancé	4	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-2	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-4	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-5	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-6	Carro do Balancé	2	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-8	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-9	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-10	Carro do Balancé	1	44.00 X 32.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
X	320E-13	Carro do Balancé	1	32.00 X 44.00 X 36.00	1,2842	56-60 Hrc Temperado
	330	Record	4	Z 90 / 13x300 (L=158.00)	HASCO	---
X	330-1	Record extensivo	2	Z 90 / 13x300 (l=93.00)	HASCO	---
X	330-2	Record extensivo	2	Z 90 / 13x300 (l= 80.00)	HASCO	---
	330A	Record	2	Z 90 / 13x300 (l=176.00)	HASCO	---
	330C	Record oleos	2	1421-A-8L	---	---
	330D	Record oleos	2	1411-A-8L	---	---
	331	Record	52	Z 81 / 13 / G 1/4	HASCO	---
	331A	Record	61	Z 801 / 13 / 90	HASCO	---
	331B	Record	4	Z 801 / 13	HASCO	---
	331C	Record	6	Z 90 / 13x300	HASCO	---
	332A	Tampão	252	Z 94 / R 1/4	HASCO	---
	332B	Tampão	6	Z 94 / R 3/8	HASCO	---
	332C	Tampão	44	Z 94 / R 1/8	HASCO	---
	334	O'Ring	16	2-113	PARKER	---
	334A	O'Ring	4	2-116	PARKER	---
	335	Taco	24	Z942 / 10	HASCO	---
	337	Record	24	AF152-10-RE	STAUBLI	---
	338	Carburador das aguas	2	RM1209-12-6000-L	STAUBLI	---
	339	Ligação de Refrigeração	24	Page 3 RMF152-102	STAUBLI	---

List of Materials			Mold nº			
Data: 2016-07-08			Sheet1 3D953			
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
	339-1	Ligação de Refrigeração	24	RMI09-5102-0001	STAUBLI	---
	350-1	Slide Retainer	2	MRT_20M	DME	---
	350-2	Slide Retainer	2	MRT_20M	DME	---
	350-4	Slide Retainer	4	MRT40MM	DME	---
	351	Slide Retainer	2	Z 5134 - 10	1,2842	---
X	351B	Barra de Slide Retainer	2	50.00 X 70.00 X 24.00	1.1730	---
X	351C	Barra de Slide Retainer	2	50.00 X 70.00 X 24.00	1.1730	---
	352	Slide Retainer	2	MRT_20M	DME	---
	352-1	Slide Retainer	2	MRT_20M	DME	---
X	352A	Barra de Slide Retainer	1	19.00 X 16.00 X 22.00	1.1730	---
X	352A-1	Barra de Slide Retainer	1	19.00 X 16.00 X 22.00	1.1730	---
	353	Slide Retainer	1	MRT_20M	DME	---
	353-1	Slide Retainer	1	MRT_20M	DME	---
	366	Contador de ciclos	1	A5730	HASCO	---
X	375	Barra de Fixação do Cilindro	2	80.00 X 55.00 X 14.00	1.1730	---
X	375-1	Barra de Fixação do Cilindro	4	117.00 X 78.00 X 26.00	1.1730	---
X	376	Ponteira do Cilindro/Tenon	4	ø42.00 X 103.00	1,2311	---
X	376-1	Ponteira do Cilindro/Tenon	4	ø55.00x80.00	1,2311	---
X	378-1	Escatel do Cilindro	4	50.00 X 9.50 X 20.00	1,2311	---
	381	Cilindro Hidráulico	2	M 506, 506-1-050 (22)	MICROMAT	---
	381-1	Record	8	1J943-4-4	PARKER	---
	381-2	Ligação de oleos	8	4-4F42EDMLOS	PARKER	---
	382	Cilindro Hidráulico	4	M 507, 507-3-063-V (95)	MICROMAT	---
X	390	Barra de Extratora	1	33.75 X 30.99 X 146.16	1,2343	8-52 Hrc temp/Nitrurado
X	390-2	Haste da Barra de Extratora	1	Ø20.00x274.00	1,7225	Nitrurado
X	390B	Haste da Barra de Extratora	1	Ø20.00x274.00	1,7225	Nitrurado
X	390C	Espassador	2	Ø25.75x14.00	1.1730	---
	390D	Casquilho da Barra de Extratora	4	E 1127/ 20/26/32	MEUSBURGER	---
X	392	Barra de Extratora	1	33.75 X 30.99 X 146.16	1,2343	8-52 Hrc temp/Nitrurado
X	392-1	Barra de Extratora	1	38.91 X 31.89 X 100.52	1,2343	8-52 Hrc temp/Nitrurado
	392-3	Casquilho do Balance	4	E 1127/ 20/26/32	MEUSBURGER	---
X	392-3A	Espassador	2	Ø25.75x14.00	1.1730	---
X	392-3B	Barra de Extratora	1	38.91 X 31.89 X 100.52	1,2343	8-52 Hrc temp/Nitrurado
X	392B	Haste da Barra de Extratora	2	Ø20.00x274.00	1,7225	Nitrurado
	406	Caixa da Ficha Eléctrica	2	HB 6 AG-LB(1-1102244-2)	TE	---
	406A	Ficha Eléctrica MIOLO	2	HE 6 STI S(1-1103634-1)	TE	---
	440	Micro-Switch	4	N01 R550	EUCHNER	---
	441	Micro-Switch	1	N01 R550	EUCHNER	---
X	442	Chapa de Fixação do Micro-Switch	1	66.00 X 46.00 X 10.00	1.1730	---
X	442-1	Chapa de Fixação do Micro-Switch	4	66.00 X 46.00 X 10.00	1.1730	---
X	444	Acionador do Micro	1	30.00 X 355.00 X 12.00	1.1730	---
X	444-1	Acionador do Micro	2	34.00 X 30.00 X 16.50	1.1730	---
	BE	Botão de Encosto	42	Z 55 / 28 x 3	HASCO	---
	C008A-1	Cavilha	8	Z 26 / 6 X 32	HASCO	---
	C028	Cavilha	28	Z 26 / 6 X 24	HASCO	---
	C390	Cavilha	2	Z 26 / 6 X 24	HASCO	---
	C392-3	Cavilha	2	Z 26 / 6 X 24	HASCO	---
	E6	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L=328.85)	HASCO	---
	E6-1	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L=341.12)	HASCO	---
	E6-2	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400(L= 331.93)	HASCO	---
	E6-3	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400(L= 321.18)	HASCO	---
	E6-4	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400(L= 335.30)	HASCO	---
	E6-5	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 330.94)	HASCO	---
	E6-6	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 325.22)	HASCO	---
	E6-7	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 331.38)	HASCO	---
	E6-8	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 335.54)	HASCO	---
	E6-9	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 337.02)	HASCO	---
	E6-10	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 383.42)	HASCO	---
	E6-11	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 383.42)	HASCO	---
	E6-12	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 335.54)	HASCO	---
	E6-13	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 337.02)	HASCO	---
	E6-14	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 325.22)	HASCO	---
	E6-15	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 325.22)	HASCO	---
	E6-16	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L=330.94)	HASCO	---
	E6-17	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 ( L=321.18)	HASCO	---
	E6-18	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 335.30)	HASCO	---

List of Materials		Sheet1		Mold nº		
Data:		2016-07-08		3D953		
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
	E6-19	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L=331.93)	HASCO	---
	E6-20	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 341.12)	HASCO	---
	E6-21	Extractor	1	Z 41 / 6 x 400 (L= 328.85)	HASCO	---
	E8-1	Extractor	1	ERJWR8-189.7-P5.5-W5.5-R0.3-N105_AWC0°	MISUMI	---
	E8-2	Extractor	1	ERJWR8-183.15-P5.5-W5.5-R0.3-N105_AWC0°	MISUMI	---
	E8-3	Extractor	1	ERJWR8-183.15-P5.5-W5.5-R0.3-N105_AWC0°	MISUMI	---
	E8-4	Extractor	1	ERJWR8-189.7-P5.5-W5.5-R0.3-N105_AWC0°	MISUMI	---
	E10	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=271.20)	HASCO	---
	E10-1	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-2	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=271.20)	HASCO	---
	E10-3	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-4	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L= 256.20)	HASCO	---
	E10-5	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L= 256.20)	HASCO	---
	E10-6	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-7	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-8	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-9	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=271.20)	HASCO	---
	E10-10	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=256.20)	HASCO	---
	E10-11	Extractor	1	Z 41 / 10 x 315 (L=271.20)	HASCO	---
	EF5-1	Extractor Fixo	1	Z 41 / 5 x 250 (L= 211.62)	HASCO	---
	EF5-2	Extractor Fixo	1	Z 41 / 5 x 250 (L= 211.62)	HASCO	---
	EF45-1	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 315 (L=310.78)	HASCO	---
	EF45-2	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 250 (L=220.61)	HASCO	---
	EF45-3	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 250(L=211.41)	HASCO	---
	EF45-4	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 250(L=211.41)	HASCO	---
	EF45-5	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 250(L=220.61)	HASCO	---
	EF45-6	Extractor Fixo	1	Z 41 / 4.5 x 315 (L= 310.78)	HASCO	---
	ET8	Extractor	1	ESN 8-175-4.5-KC4.5 (L=165.98)	MISUMI	---
	ET8-1	Extractor	1	ESN 8-175-4.5-KC4.5 (L=165.98)	MISUMI	---
	ET65-1	Extractor tubular	1	ESN-L 6.5-170-V4.5-C5-S100-WKC3.5 (L=166.22)	MISUMI	---
	ET65-2	Extractor tubular	1	ESN-L6.5-169-V4.5-C5-S25-KC3.25 (L=168.74)	MISUMI	---
	ET65-3	Extractor Tubular	1	ESN7-175-5-KC4 (L=173.20)	MISUMI	---
	ET65-4	Extractor Tubular	1	ESN7-175-5-KC4 (L=173.20)	MISUMI	---
	ET65-5	ExtractorTubular	1	ESN-L6.5-169-V4.5-C5-S25-KC3.25 (L=168.74)	MISUMI	---
	ET65-6	ExtractorTubular	1	ESN-L 6.5-170-V4.5-C5-S100-WKC3.5 (L=166.22)	MISUMI	---
	FE	Freio exterior	4	E 1570/72	MEUSBURGER	---
	P000A	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 24 x 70	HASCO	---
	P001	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 20 x 150	HASCO	---
	P002A	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 20 x 90	HASCO	---
	P005	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 20 x 170	HASCO	---
	P008	Parafuso cabeça cilíndrica	22	Z 31 / 12 x 55	HASCO	---
	P008A	Parafuso cabeça cilíndrica	14	Z 31 / 10 x 50	HASCO	---
	P008A-1	Parafuso cabeça cilíndrica	10	Z 31 / 8 x 25	HASCO	---
	P009	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 20 x 65	HASCO	---
	P012	Parafuso cabeça cilíndrica	20	Z 31 / 12 x 60	HASCO	---
	P012A	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 10 x 50	HASCO	---
	P018	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 12 x 65	HASCO	---
	P020	Parafuso cabeça cilíndrica	10	Z 31 / 8 x 12	HASCO	---
	P020-1A	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 8 x 12	HASCO	---
	P021A	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 12	HASCO	---
	P023A	Parafuso cabeça cilíndrica	6	Z 31 / 8 x 105	HASCO	---
	P028-1	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 6 x 35	HASCO	---
	P028-13	Parafuso cabeça cilíndrica	24	Z 31 / 6 x 35	HASCO	---
	P032	Parafuso cabeça cilíndrica	3	Z 31 / 10 x 40	HASCO	---
	P032A	Parafuso cabeça cilíndrica	3	Z 31 / 10 x 40	HASCO	---
	P042	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 5 x 16	HASCO	---
	P048A	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 8 x 55	HASCO	---
	P048C	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 5 x 14	HASCO	---
	P049	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 8 x 55	HASCO	---
	P049C	Parafuso cabeça embutir	4	Z 33 / 4 x 16	HASCO	---
	P050	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 12 x 40	HASCO	---
	P056	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P056A	Parafuso cabeça cilíndrica	6	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P056B	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P056C	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P056D	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Page 5 Z 31 / 8 x 16	HASCO	---

List of Materials				Mold nº		
Data:				Sheet1		
2016-07-08				3D953		
2D	PART Nº	DESCRIPTION	REQ.	DIMENSIONS	MATERIAL	OBSERVATIONS
	P056E	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P057	Parafuso cabeça cilíndrica	40	Z 31 / 6 x 14	HASCO	---
	P058-1	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P058A-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P058A1-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P058C-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P059-1	Parafuso cabeça cilíndrica	24	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P060A-1	Parafuso cabeça cilíndrica	6	Z 31 / 10 x 35	HASCO	---
	P060B-1	Parafuso cabeça cilíndrica	24	Z 31 / 8 x 20	HASCO	---
	P060B2	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 10 x 65	HASCO	---
	P061	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 10 x 30	HASCO	---
	P061A	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 10 x 130	HASCO	---
	P061A-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 10 x 55	HASCO	---
	P061A-2	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 12 x 35	HASCO	---
	P062B-1	Parafuso cabeça cilíndrica	6	Z 31 / 12 x 55	HASCO	---
	P063A	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 8 x 65	HASCO	---
	P063B-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P082B1	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 6 x 25	HASCO	---
	P082C-1	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 6 x 35	HASCO	---
	P082D-1	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 5 x 30	HASCO	---
	P100	Parafuso cabeça cilíndrica	10	Z 31 / 12 x 55	HASCO	---
	P100A	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 12 x 30	HASCO	---
	P200	Parafuso cabeça cilíndrica	12	Z 31 / 12 x 110	HASCO	---
	P338	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 90	HASCO	---
	P351C	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 30	HASCO	---
	P352A	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 5 x 25	HASCO	---
	P375	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 8 x 16	HASCO	---
	P375-1	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 16 x 35	HASCO	---
	P381	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 12 x 90	HASCO	---
	P382	Parafuso cabeça cilíndrica	16	Z 31 / 16 x 120	HASCO	---
	P390	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 10 x 45	HASCO	---
	P390-1	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 8 x 12	HASCO	---
	P391-3	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 10 x 45	HASCO	---
	P392-3	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 8 x 12	HASCO	---
	P406	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 5 x 10	HASCO	---
	P440	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 4 x 25	HASCO	---
	P441	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 4 x 25	HASCO	---
	P442	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 5 x 18	HASCO	---
	P442-1	Parafuso cabeça cilíndrica	8	Z 31 / 5 x 18	HASCO	---
	P444	Parafuso cabeça cilíndrica	2	Z 31 / 6 x 16	HASCO	---
	P444-2	Parafuso cabeça cilíndrica	4	Z 31 / 5 x 16	HASCO	---
	PBE	Parafuso cabeça embutir	42	Z 33 / 4 x 12	HASCO	---
	PE001A	Parafuso cabeça embutir	12	Z 33 / 8 x 16	HASCO	---
	PE009A	Parafuso cabeça embutir	12	Z 33 / 8 x 16	HASCO	---
<u>X</u>	PR80-10-1	Perno roscado	4	Z 35 / 16 X 20	HASCO	---
<u>X</u>	PR80-10E-1	Perno roscado	2	Z 35 / 16 X 20	HASCO	---
<u>X</u>	PR320A1-1	Perno roscado	4	Z 35 / 20 X 20	HASCO	---
<u>X</u>	PR350A-1	Perno roscado	4	Z 40 / 10 x 100	HASCO	---
	P082F	Parafuso cabeça cilíndrica	1	Z 31 / 8 x 20	HASCO	---
	P082G	Parafuso cabeça cilíndrica	1	Z 31 / 6 x 30	HASCO	---
	P082G-1	Parafuso cabeça cilíndrica	1	Z 31 / 6 x 30	HASCO	---

*Esta página foi intencionalmente deixada em branco*