



Mestrado em Engenharia Mecânica

Projeto de Molde Para Injeção de Peças Plásticas Para a Indústria Automóvel

Relatório de estágio apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Engenharia Mecânica
Especialização em Construção e Manutenção de Equipamentos Mecânicos

Autor

Tiago Fernandes

Orientador

Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira

Professor do Departamento de Engenharia Mecânica
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Supervisor

Luís Miguel de Azevedo Ferreira da Silva

Indústria Global de Moldes (Grupo Simoldes)

Coimbra, junho, 2018

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer a todos os intervenientes que contribuíram na realização do presente relatório de estágio com destaque nas seguintes:

Ao meu orientador, Prof. Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira, pela sua inteira disponibilidade quer por mail, quer por telefone, pela sua dedicação e preocupação que mostrou ao longo deste percurso.

Ao António Pedro de Aguiar Pacheco Tavares pela sua disponibilidade e paciência que teve em ajudar-me no primeiro contacto com a empresa.

À empresa IGM, em particular a todo o departamento técnico, com um agradecimento muito especial ao meu supervisor, orientador e amigo Luís Miguel de Azevedo Ferreira da Silva, que se mostrou sempre disponível para me esclarecer qualquer dúvida, pela sua simpatia, compreensão, dedicação, paciência e preocupação que demonstrou em todos os aspetos, desde a minha aprendizagem em relação ao tema até ao próprio desenvolvimento do presente relatório.

Gostava também de agradecer ao diretor técnico, Carlos Alberto Dias Rodrigues, pela sua simpatia, disponibilidade e por me ter ajudado em tudo que esteve ao seu alcance. Um agradecimento também pela oportunidade de estágio no seu departamento, onde agora sou desenhador.

A toda a minha família principalmente aos meus pais pelo seu apoio incondicional ao longo de todo este percurso académico, sem eles nada disto seria possível.

À minha namorada por todo o apoio, carinho, compreensão e paciência que demonstrou ao longo desta fase.

Por fim um enorme agradecimento a todos os meus amigos e colegas por toda a ajuda, amizade e solidariedade que foram essenciais para a conclusão do curso.

RESUMO

Atualmente, os moldes para injeção de plásticos são uma das principais indústrias na área metalomecânica em Portugal. O Grupo Simoldes, um dos maiores fabricantes de moldes, com uma qualidade reconhecida mundialmente, está direcionado para a indústria automóvel.

A elaboração deste trabalho consiste no projeto e fabricação de um molde que permite injetar peças com características especiais, destinadas à indústria automóvel; o projeto foi desenvolvido na Indústria Global de Moldes (IGM), empresa que pertence ao Grupo Simoldes.

Cada molde a executar apresenta-se como um novo desafio em termos de prazo, especificações e complexidades geométricas, apresentadas pelas peças. Tendo isto em consideração, existem cuidados especiais no momento de se tomarem decisões quanto às melhores metodologias a adotar na sua fabricação, com intuito de garantir a qualidade exigida pelo cliente final.

Este molde injeta termoplástico designado por polipropileno (PP) e, em cada injeção feita, são produzidas duas peças muito semelhantes. Desta forma, há várias fases a processar, desde o estudo da peça recebida até ao desenho final concluído, como definir o macho, a cavidade, os movimentos, a seleção de componentes normalizados, a seleção de materiais, entre outros. Numa fase final, com o objetivo da deteção de possíveis correções a efetuar no molde são realizados ensaios, obtendo-se peças. Estas refletem as eventuais imperfeições existentes no molde. Desta forma, caso seja necessário, efetuam-se as correções para que no ensaio seguinte se obtenham peças com a qualidade exigida pelo cliente.

Contudo, podem haver propostas de alterações pelo cliente em qualquer fase do molde, o que implica um acréscimo de custos.

Palavras Chave:

Projeto de moldes, Moldes para injeção de plásticos, Injeção de polipropileno (PP), Moldes.

ABSTRACT

Nowadays the metalworking industry is one of the main drivers of the national economy, being Grupo Simoldes the largest mold fabricator of the country. The manufacturing quality of the group is present in all products and is well known worldwide, being its focus the automotive industry.

The main objective of this report is to illustrate the reality behind the design and fabrication of a mold that allows the injection of parts with special features for automotive industry. The project was developed and monitoring inside of the Indústria Global de Moldes (IGM), a company owned by Grupo Simoldes.

Each mold presents itself as a new challenge because evolves a deadline, specifications and geometric complexities presented by the pieces. It's important to make the right decisions going forward to guarantee the quality required by the final customer.

This mold injects a thermoplastic called polypropylene (PP) and each injection made, two very similar parts are produced. There are several phases to process, since a study of the piece received to his final design, such defining the male, cavity, movements, selection of standard components, selection of materials, among others. Finally, it's time for the tests to obtain parts and detect possible corrections to be made in the mold. These pieces obtained from the test will reflect any imperfection in the mold. If necessary, corrections are made so that in the next test the pieces obtained have the quality required by the customer.

However, at any given time, there may be proposals for changes upon customer request, which implies increased costs.

Keywords:

Project of molds, Molds for plastic injection, Polypropylene injection, Molds.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Enquadramento.....	1
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Objetivos para a execução do projeto	3
1.4	Metodologia	4
1.5	Estrutura.....	4
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1	Moldes para a injeção de plásticos.....	7
2.1.1	Moldação por injeção	7
2.2	Breve introdução às funções de um molde para a injeção de plásticos	10
2.2.1	Estrutura dos moldes	11
2.2.2	Tipos de moldes de injeção	12
2.2.2.1	Moldes de duas placas	13
2.2.2.2	Moldes de três placas ou pré-abertura.....	13
2.2.2.3	Moldes sandwich	14
2.2.2.4	Moldes bi-material	15
2.2.3	Fixação da ferramenta	17
2.2.4	Extração das peças injetadas	17
2.2.5	Sistemas de alimentação.....	18
2.2.5.1	Canais quentes	18
2.2.5.2	Canais frios	19
2.2.5.3	Canais isolados	23
2.2.6	Sistemas de extração de gases	24
2.2.7	Sistemas de arrefecimento do molde	24
2.2.8	Sistemas de guiamento-centramento do molde	26
2.2.8.1	Guia redonda com casquilho.....	26
2.2.8.2	Guias prismáticas com corrediças.....	27
2.2.8.3	Guias prismáticas com rolamentos	28
2.2.8.4	Anilhas de centragem.....	29
2.2.8.5	Interlocks	29
2.2.8.6	Placas de ajuste fino.....	30
2.2.8.7	Cones de centramento no lado fixo (lado do sistema de injeção)	30
2.2.8.8	Guias de extração.....	30
2.2.9	Sistemas, mecanismos e componentes de gravação	31
2.2.9.1	Postiços	31
2.2.9.2	Levantadores.....	32
2.2.9.3	Movimentos mecânicos	32
2.2.9.4	Movimentos hidráulicos.....	32
2.2.9.5	Movimentos à extração inclinados com e sem veio de reforço.....	33
2.2.9.6	Movimentos à extração com funcionamento linear (evolução dos inclinados).....	33
2.2.9.7	Movimento submarino com cunha e corrediça	34
2.2.9.8	Movimentos com cames	34

2.3	Segurança, transporte e manuseamento	35
2.4	Dimensionamento no projeto de moldes para injeção de polímeros	36
2.4.1	Cálculo da força de fecho nas máquinas de injeção	37
2.4.2	Dimensionamento dos calços	37
2.4.3	Dimensionamento dos extratores	38
2.4.4	Cálculo da força de extração	38
2.4.5	Cálculo do tempo de arrefecimento da peça.....	39
2.4.6	Cálculo do caudal do fluido de arrefecimento	40
2.4.7	Considerações e dimensionamento da espessura mínima da cavidade.....	40
2.5	Componentes normalizados para aplicações em moldes	41
2.5.1	Estrutura	41
2.5.2	Refrigeração	42
2.5.3	Extração.....	42
2.5.4	Injeção	43
2.5.5	Sensores e fichas elétricas	43
2.6	Texturização do molde.....	44
2.6.1	Placa testemunho de textura	45
2.7	Materiais para construção de um molde.....	46
2.8	Estudo de enchimento	46
2.9	Polímeros.....	47
2.9.1	Reforços	48
2.9.2	Comportamento dos polímeros durante a injeção	48
2.9.3	O Polipropileno	49
2.9.3.1	Processamento	50
2.9.3.2	Aplicações.....	50
3	DESENVOLVIMENTO.....	53
3.1	Objetivos específicos do trabalho prático	53
3.2	Caracterização da empresa	53
3.2.1	O Grupo Simoldes	54
3.2.2	A empresa IGM	56
3.3	Projeto do molde: fase preliminar – receção dos ficheiros de peças.....	56
3.3.1	Alterações à peça.....	58
3.3.2	Desenho preliminar, aplicação prática das conclusões da análise de peça e respetiva apresentação ao cliente	58
3.3.3	Sistema de injeção	62
3.4	Requisitos impostos pelo cliente.....	63
3.4.1	Máquina de injeção	63
3.4.2	Condições de projeto	63
3.4.2.1	Injeção do molde.....	64
3.4.2.2	Extração do molde	64
3.4.2.3	Mecanismos de desenvolvimento mecânico	65
3.4.2.4	Sensor de posição.....	65
3.4.2.5	Montagem/Desmoldagem	65
3.4.2.6	Ligações elétricas.....	65

3.4.2.7	Refrigeração do molde.....	66
3.5	Contração da peça.....	66
3.6	Estudo <i>moldflow</i>	66
3.6.1	Definição dos pontos de injeção.....	67
3.6.2	Análise Moldflow do PP	67
3.6.3	Pedido dos sistemas de injeção.....	72
3.7	Projeto do molde: fase de modelação	76
3.7.1	Início da modelação.....	76
3.7.2	Separação das peças em macho e cavidade	77
3.7.3	Desenvolvimento da modelação.....	77
3.8	Projeto do molde: fase de desenho final	83
3.8.1	Estrutura do molde	83
3.8.2	Sistema de injeção	86
3.8.3	Postiços aplicados no molde, funções e características	86
3.8.4	Extração de peças	86
3.8.4.1	Extratores	87
3.8.4.2	Movimentos á extração	88
3.8.4.3	Movimentos mecânicos	89
3.8.4.4	Levantadores.....	89
3.8.5	Refrigeração do molde	89
3.8.6	Hidráulicos do molde	92
3.8.7	Placas de pressão, ajustamento e guiamento	92
3.9	Montagem do molde.....	94
3.10	Fabrico do molde.....	99
3.11	Seleção de materiais	105
3.12	Dimensionamento do molde	106
3.12.1	Dimensionamento das placas.....	106
3.12.2	Dimensionamento do sistema de extração da peça.....	107
3.13	Setores que contribuíram para a realização do molde	109
3.14	Avaliação dos custos.....	113
3.15	Ensaio do molde	114
4	CONCLUSÃO.....	119
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
5.1	Bibliografia	121
5.2	Outras fontes de informação	122
6	ANEXOS	125
6.1	Orçamento fabril.....	125
6.2	FTM.....	127
6.3	FEM.....	129

6.4	Pedido do sistema de injeção	130
6.5	Revisão do projeto preliminar	132
6.6	Temperatura de processamento de materiais.....	134
6.7	Lista de materiais	135

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Máquina de injeção: a) componentes principais; b) detalhe da unidade de injeção (Moura, 2005).....	7
Figura 2 – Ciclo de injeção (Moura, 2005)	8
Figura 3 – Correlação entre as características de qualidade e o perfil de pressão na moldagem (Goodship, 2004).....	9
Figura 4 – Representação esquemática de um molde de injeção (CENTIMFE, 2003).....	11
Figura 5 – Molde da IGM (IGM, 2018)	11
Figura 6 – Esquema de um molde de injeção (Grupo Simoldes, 2017).....	11
Figura 7 – Molde de duas placas – secção transversal (Campo, 2006).....	13
Figura 8 – Molde da IGM com a primeira abertura atuada (IGM, 2018).....	14
Figura 9 – Resultado da primeira abertura, desmoldagem da contra saída (DT IGM, 2018) ..	14
Figura 10 – Molde tipo Sandwich	15
Figura 11 – Molde rotativo para injeção bi-matéria projetado na IGM (DT IGM, 2018).....	16
Figura 12 – Cavidade de molde fixa na máquina de injeção (Simoldes Plásticos, 2018)	17
Figura 13 – Fixação do molde por parafusos, em ensaio (Simoldes Plásticos, 2018)	17
Figura 14 – Prato magnético (Grupo Simoldes, 2017).....	17
Figura 15 – Exemplo de posicionamento de extratores (DT IGM, 2018).....	18
Figura 16 – Cabeça dos extratores com anti rotação (DT IGM, 2018)	18
Figura 17 – Canal quente de alimentação (Goodship, 2004)	19
Figura 18 – Sistema de alimentação (Gingery, 1997)	20
Figura 19 – Diferentes geometrias dos canais de alimentação (Drobny, 2007).....	20
Figura 20 – Ataque direto (Goodship, 2004).....	21
Figura 21 – Ataque em lâmina / lateral (Goodship, 2004)	21
Figura 22 – Jito originado de um ataque em lâmina / lateral (DT IGM, 2018).....	21
Figura 23 – Ataque submarino (Grupo Simoldes, 2017)	22
Figura 24 – Jito originado de um ataque submarino (DT IGM, 2018).....	22
Figura 25 – Ataque Bayer (Grupo Simoldes, 2017).....	22
Figura 26 – Jito originado de um bayer (DT IGM, 2018)	22
Figura 27 – Injeção bayer gravada com dois postigos (Grupo Simoldes, 2017).....	23
Figura 28 – Sistema de canal isolado (Campo, 2006).....	23
Figura 29 – Canal de fugas em moldes para trabalhar em máquina de injeção < 350 T (Grupo Simoldes, 2017).....	24
Figura 30 – Refrigeração da peça (Grupo Simoldes, 2017)	25
Figura 31 – Refrigeração adequada e refrigeração inadequada (Park & Dang, 2011).....	26
Figura 32 – Diferentes tipos de guias:	26
Figura 33 – Lado da cavidade com guia deslocada (CENTIMFE, 2003)	27
Figura 34 – Lado da cavidade com guia de diâmetro diferente (CENTIMFE, 2003).....	27
Figura 35 – Guia prismática com corredeiras (DT IGM, 2018)	27
Figura 36 – Molde com guias prismáticas (Grupo Simoldes, 2017).....	28

Figura 37 – Guia prismática com rolamento (Grupo Simoldes, 2017)	28
Figura 38 – Guiamento do molde através de guias prismáticas com rolamentos (Grupo Simoldes, 2017).....	29
Figura 39 – Diversas anilhas de centragem fabricadas na IGM (IGM, 2018).....	29
Figura 40 – Diferentes tipos de interlocks:.....	30
Figura 41 – Placas de ajuste fino para proteção de junta (Grupo Simoldes, 2017).....	30
Figura 42 – Posicionamento das guias de extração num molde da IGM (DT IGM, 2018).....	31
Figura 43 – Postiços de refrigeração localizada dos bicos do sistema de injeção (DT IGM, 2018)	31
Figura 44 – Postiços do sistema de injeção (DT IGM, 2018)	31
Figura 45 – Representação de levantador (DT IGM, 2018)	32
Figura 46 – Levantador a atuar numa zona da peça (DT IGM, 2018)	32
Figura 47 – Movimento mecânico (DT IGM, 2018)	32
Figura 48 – Movimento hidráulico (DT IGM, 2018)	33
Figura 49 – Movimento à extração (DT IGM, 2018)	33
Figura 50 – movimentos à extração com veio de reforço (DT IGM, 2018).....	33
Figura 51 – Double rack da Cumsa (DT IGM, 2018), (Cumsa, 2017).....	34
Figura 52 – Movimentos com cunha e corredeira (DT IGM, 2018).....	34
Figura 53 – Movimento com cames (DT IGM, 2018)	35
Figura 54 – Barra de segurança (O) e chapa de alerta (□) de uma segunda barra no lado oposto (DT IGM, 2018)	35
Figura 55 – Bloco de aço com olhais de transporte e manuseamento (IGM, 2018)	36
Figura 56 – Cavidade de um molde apoiada pela placa de encosto e pelos pés (IGM, 2018) .	36
Figura 57 – Dimensionamento dos calços (Harada, 2004).....	37
Figura 58 – Estrutura normalizada (standard) (Meusburger, 2017)	42
Figura 59 – Acessórios de refrigeração (Mouldshop)(Staubli, 2017)	42
Figura 60 – Acessórios standard (DME, 2017)	43
Figura 61 – Cilindros hidráulicos (HPS, 2017)	43
Figura 62 – Carrinho (Sankyo, 2017).....	43
Figura 63 – Bico simples standard (Synventive, 2017).....	43
Figura 64 – Sistema não standard (Synventive, 2017)	43
Figura 65 – Caixas e fichas elétricas (Harting, 2017)	44
Figura 66 – Micro-switches (Balluff, 2017).....	44
Figura 67 – Painel de porta projetado na IGM (DT IGM, 2018)	45
Figura 68 – Detalhe da textura na zona do puxador do painel de porta (DT IGM, 2018)	45
Figura 69 – Cavidade, zonas visíveis das peças a texturar (DT IGM, 2018)	45
Figura 70 – Placa testemunha de textura entre peças (DT IGM, 2018)	45
Figura 71 – Força de fecho e respetivo tempo (DT IGM, 2018).....	47
Figura 72 – Pressão de injeção e respetivo tempo (DT IGM, 2018).....	47
Figura 73 – Software a correr com a simulação de enchimento da peça (DT IGM, 2018).....	47
Figura 74 – Enchimento da peça finalizado e respetivo tempo (3,695s) (DT IGM, 2018).....	47
Figura 75 – Escoamento do material ao longo do molde (Reinert, 2017).....	49

Figura 76 – Estrutura do polipropileno (Smith, 1998)	49
Figura 77 – Aplicação de PP no automóvel (Petry, 2011)	51
Figura 78 – IGM.....	53
Figura 79 – Número de colaboradores do Grupo Simoldes (Manual de Acolhimento Grupo Simoldes, 2017).....	54
Figura 80 – Tool Division na Europa e América do Sul (Manual de Acolhimento Grupo Simoldes, 2017).....	55
Figura 81 – Várias empresas do Grupo Simoldes (Grupo Simoldes, 2017).....	56
Figura 82 – Peças a produzir: peça esquerda (esquerda) e peça direita (direita).....	56
Figura 83 – Diferença entre a peça esquerda e peça direita	58
Figura 84 – Molde preliminar.....	59
Figura 85 – Alterações no molde pelo cliente	59
Figura 86 – Posição dos rasgos no molde para aperto à máquina	60
Figura 87 – Curso de extração.....	60
Figura 88 – Movimentos à extração	60
Figura 89 – Dimensões máximas dos blocos de aço	61
Figura 90 – Simulação na máquina de injeção KM650 (Força de fecho = 650 toneladas).....	61
Figura 91 – Simulação na máquina de injeção EN600 (Força de fecho = 600 toneladas).....	62
Figura 92 – Localização dos bicos de injeção	62
Figura 93 – Micro-switches separado por elementos individuais	65
Figura 94 – Locais de injeção da peça.....	67
Figura 95 – Diagrama esquemático de um canal quente	67
Figura 96 – Simulação Moldflow correspondente a 25% de enchimento de PP.....	68
Figura 97 – Simulação Moldflow correspondente a 50% de enchimento de PP.....	68
Figura 98 – Simulação Moldflow correspondente a 75% de enchimento de PP.....	69
Figura 99 – Simulação Moldflow correspondente a 100% de enchimento de PP.....	69
Figura 100 – Linhas de solda.....	69
Figura 101 – Pressão de injeção	70
Figura 102 – Força de fecho	70
Figura 103 – Temperatura da frente de fluxo	71
Figura 104 – Taxa de corte	71
Figura 105 – Tensão de corte	72
Figura 106 – Identificação da peça para o pedido do sistema de injeção.....	73
Figura 107 – Identificações importantes do molde para a injeção	74
Figura 108 – Medidas e posicionamentos para a conceção dos sistemas de injeção	74
Figura 109 – Altura dos bicos	75
Figura 110 – “Assemblagem” da modelação	76
Figura 111 – Peças com a linha de junta realizada.....	78
Figura 112 – Cavidade do molde.....	78
Figura 113 – Cavidade com os cones de travamento	79
Figura 114 – Macho.....	79
Figura 115 – Cinemática do molde	80

Figura 116 – Postiços do Macho	80
Figura 117 – Postiço da cavidade	80
Figura 118 – Movimentos mecânicos.....	80
Figura 119 – Movimentos à extração	80
Figura 120 - Levantador	81
Figura 121 – Cavidade no final da modelação (Final)	81
Figura 122 – Macho no final da modelação (Final)	82
Figura 123 – Macho no final da modelação com os componentes moldantes	82
Figura 124 – Modelação final de toda a mecânica moldante	83
Figura 125 – Placas de extração	84
Figura 126 – Calços (a verde) e apoios (a amarelo)	84
Figura 127 – Macho final	84
Figura 128 – Cavidade final	85
Figura 129 – Placa de alojamento do sistema de injeção	85
Figura 130 – Placa intermédia	85
Figura 131 – Placas de isolamento do molde	85
Figura 132 – Sistema de injeção.....	86
Figura 133 – Postiço da cavidade refrigerado	86
Figura 134 – Extração sustentada pelo molde	87
Figura 135 – Extratores de vários tipos	87
Figura 136 – Localização dos extratores dos canais.....	88
Figura 137 – Movimentos à extração das peças	88
Figura 138 – Movimentos mecânicos e peças, vistas de dois ângulos diferentes	89
Figura 139 - Levantador	89
Figura 140 – Lado fixo (macho), entradas e saídas de águas no fundo do molde.....	90
Figura 141 – Lado móvel (cavidade), entradas e saídas de água no lado oposto ao topo	90
Figura 142 – Circuitos de refrigeração da cavidade com as entradas (E) e saídas (S).....	91
Figura 143 – Circuitos de refrigeração do macho com as entradas (E) e saídas (S)	91
Figura 144 – Circuitos de refrigeração dos movimentos à extração	92
Figura 145 – Circuitos hidráulicos para extração	92
Figura 146 – Representação das guias cilíndricas e das placas de ajustamento.....	93
Figura 147 – Representação das placas de pressão e dos casquilhos para as guias cilíndricas	94
Figura 148 – Vista explodida do molde.....	94
Figura 149 – Conjunto A	95
Figura 150 – Conjunto B	95
Figura 151 – Conjunto C	95
Figura 152 – Conjunto D	96
Figura 153 – Conjunto E	96
Figura 154 – Conjunto F.....	96
Figura 155 – Conjunto G	97
Figura 156 – Conjunto H.....	97
Figura 157 – Conjunto I	97

Figura 158 – Conjunto J	98
Figura 159 – Conjunto K	98
Figura 160 – Conjunto L – Montagem do molde final	98
Figura 161 – Bloco da cavidade e macho	99
Figura 162 – Operações de desbaste	99
Figura 163 – Operações de acabamento	100
Figura 164 – Blocos de aço em bruto	100
Figura 165 – Maquinação de elétrodos	100
Figura 166 – Eletroerosão nos movimentos à extração em processamento	101
Figura 167 – Fresagem das barras de segurança do molde	101
Figura 168 – Furação da cavidade	101
Figura 169 – Maquinagem de postigos	102
Figura 170 – Polimento manual	102
Figura 171 – Polimento na cavidade do molde em estudo	103
Figura 172 – Corrediças	103
Figura 173 – Montagem de acessórios numa placa de extração	103
Figura 174 – Montagem do lado fixo (macho)	104
Figura 175 – Montagem do lado móvel (cavidade)	104
Figura 176 – Ajustamento do molde na prensa hidráulica	105
Figura 177 – Molde na prensa apoiado em calços	105
Figura 178 – Zarcão (azul) usado no aço para acertar ajustes	105
Figura 179 – Departamento técnico	109
Figura 180 – Exemplo de um molde a ser trabalhado no software Powermill	109
Figura 181 – Armazém de ferramentas de montagem	110
Figura 182 – Receção do aço	110
Figura 183 – Zona de maquinação	110
Figura 184 – Máquina de furação	111
Figura 185 – Furação	111
Figura 186 – Máquinas de eletroerosão	112
Figura 187 – Torneamento	112
Figura 188 – Fresagem	112
Figura 189 – Bancadas	112
Figura 190 – Prensa hidráulica	113
Figura 191 – Centro de ensaios da Simoldes Plásticos	113
Figura 192 – Molde aberto com a extração avançada	114
Figura 193 – Máquina injetora KM650	115
Figura 194 – Vista do lado do macho	115
Figura 195 – Vista do lado da cavidade	115

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Objetivos específicos a nível da empresa para o Molde	2
Tabela 2 – Algumas funções das placas	12
Tabela 3 – Propriedades térmicas de alguns polímeros.....	39
Tabela 4- Parâmetros de processamento do PP (LyondellBasell, 2016).....	50
Tabela 5 – Particularidades da peça esquerda	57
Tabela 6 – Características da máquina de injeção	63
Tabela 7 – Especificações da FEM do molde.....	63
Tabela 8 – Materiais indicados na FEM do molde.....	64
Tabela 9 – Condições de processamento do PP	68
Tabela 10 – Evolução do enchimento do PP	68
Tabela 11 – Identificação da(s) máquinas(s) de injeção.....	73
Tabela 12 – Posicionamento e comprimento dos bicos de injeção	75
Tabela 13 – Paleta de cores	77
Tabela 14 – Componentes do molde	84
Tabela 15 – Montagem do Molde.....	95
Tabela 16 – Fases, componentes e processos de fabrico	99
Tabela 17 – Vários setores da IGM	109
Tabela 18 – Ensaio do molde	114

SIMBOLOGIA E ABREVIATURAS

Código	Descrição
€	Euro
2D	2 Dimensões
3D	3 Dimensões
ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno
CAC	Controlo de Alterações de Cliente
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAE	<i>Computer Aided Engineering</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CEM	Caderno de Encargos do Molde
CNC	Controlo Numérico Computorizado
DR	<i>Double Rack</i>
E	Módulo de Young
En	Engel
EPDM	Etileno-Propileno-Dieno
FEM	Ficha de Especificações do Molde
FMEA	<i>Failure Mode and Effect Analysis</i>
FTM	Ficha Técnica do Molde
HDPE	Polietileno de Alta Densidade
HPS	<i>Hydraulic Production Systems</i>
IGM	Indústria Global de Moldes
Ø	Diâmetro

PA	Poliamida
PC	Policarbonato
PE	Polietileno
PP	Polipropileno
PS	Poliestireno
PVC	Policloreto de Vinilo
RCM	<i>Reliability Centered Maintenance</i>
REC	Relatório de Ensaio e Correções
Rm	Tensão Rotura
UV	<i>Ultravioleta</i>
ρ	Massa volúmica
σ	Tensão
σ_{adm}	Tensão admissível

LISTA DE UNIDADES

Unidade	Descrição
%	Porcentagem
cal	Caloria
cm	Centímetro
cm ² /s	Centímetro quadrado por segundo
g	Grama
g/cm ³	Gramas por centímetro cúbico
g/s	Gramas por segundo
GPa	Giga Pascal
h	Horas
HRC	Dureza <i>Rockwell C</i>
HV	Dureza <i>Vickers</i>
in	Polegada
J	Joule
k	Kelvin
kcal	Quilocalorias
kcal/Kg°C	Quilocaloria por quilograma grau Celcius
kcal/s	Quilocaloria por segundo
Kg	Quilograma
kg/m ³	Quilograma por metro cúbico
kg/s	Quilograma por segundo

kN	QuiloNewton
m	Metro
m³	Metro cúbico
mm	Milímetro
MPa	MegaPascal
N	Newton
N/mm	Newton por milímetro
°	Grau
°C	Grau Celsius
Pa	Pascal
s	Segundo
T	Tonelada
W	Watt

GLOSSÁRIO DE TERMOS

Termo	Descrição
Alimentadores	Canais que distribuem o material fundido para a gravação.
Compatíveis	Boa adesão entre as fases.
Contra saída	Ângulo desfavorável da superfície numa zona moldante.
Higroscopicidade	Faculdade de certas substâncias ou materiais de absorver água do ar.
Içamento	Transporte equilibrado do molde ou parte do mesmo
Jito	Canal divergente que conduz o material polimérico fundido aos canais de alimentação.
Junta(s)	Conjunto de superfícies em torno da peça que vão marcar a separação entre macho e cavidade.
Moldflow®/reológico	Estudo/simulação do comportamento dos polímeros no processo de injeção através de um <i>software</i> CAE.
Pínula	Ponto criado nos componentes para centramento na maquinação.
Rebarba	Defeito presente na peça injetada devido ao excesso de material plástico nas linhas de união.

1 INTRODUÇÃO

1.1 Enquadramento

A metalomecânica tem como um dos seus pilares o fabrico de moldes para a injeção de plásticos, sendo este suportado por uma já longa história nacional. A indústria dos moldes está em claro desenvolvimento, criando milhares de postos de trabalho e contribuindo para a economia nacional. Apesar de estar distribuído por todo o litoral centro e norte do país, o principal fornecedor de moldes, para a indústria automóvel, situa-se a norte em Oliveira de Azeméis, o Grupo Simoldes, o qual se distribui internacionalmente.

Cada vez mais os clientes finais levam esta indústria aos limites, logo tem que se dar resposta quando se exigem peças com geometrias complexas, com várias desmoldagens, movimentos, superfícies lisas ou texturadas, paredes extremamente finas e peças com uma elevada relação entre a área total e espessura, o que compromete o processo de injeção que, consequentemente, condiciona o estado da peça devida à sua tendência natural têm a deformar durante o processo de solidificação.

No entanto, os meios disponibilizados aos projetistas têm sido significativamente melhorados, desenvolvendo-se *softwares* de desenho, maquinaria e simulação do processo de enchimento e solidificação, que permitem prever possíveis erros futuros, dando a possibilidade de os corrigir na fase de projeto. Contudo, os desafios em termos de prazos, quantidade e qualidade têm aumentado proporcionalmente, o que dificulta tirar partido destas vantagens.

Neste contexto, surgiu a possibilidade de projetar um molde de duas peças bastante semelhantes de geometrias complexas para injeção de termoplástico (PP). As peças produzidas pelo molde serão destinadas ao novo Citroen D34 (sucessor do atual Citroen DS3), tendo o novo Peugeot P24 (sucessor do atual Peugeot 3008) peças idênticas. As duas peças provenientes de cada injeção, serão então colocadas na parte interior da viatura, na zona traseira, uma do lado esquerdo e outra do lado direito, onde passará o sinto de segurança dos passageiros. Embora o molde seja feito em Portugal, na IGM, as peças serão produzidas na SPF (Simoldes Plásticos França).

Dada a complexidade das mesmas, serão necessários estudos exaustivos para a obtenção da qualidade pretendida. No projeto, todos os pormenores são de extrema importância, assim como a execução ou fabrico do molde na produção, pois um simples engano na produção pode afetar o projeto, tendo o projetista de solucionar o problema e encarar os obstáculos de custo/prazo/qualidade.

1.2 Objetivos específicos

Dentro do panorama empresarial, são traçados objetivos específicos (estimativas de custos e tempos) que visam otimizar todo o processo e tirar a maior rentabilidade do projeto, como se pode observar na tabela seguinte:

Tabela 1 – Objetivos específicos a nível da empresa para o Molde

Descrição	Tempos máximos previstos (h)	Valor (€)
Departamento Técnico – Projeto	235	5 875
Controlo Dimensional	7	175
Preparação de trabalho (Programas CNC)	78	3 120
Fresagem Maquinações (CNC)	827	46 405
Furação (Mandrilladoras)	126	4 032
Maquinações Convencionais (Torno, Ferramentaria, Retificadora)	216	5 238
Maquinação dos Eléktrodo	52	2 340
Erosão	114	3 570
Polimento	186	2 790
Bancada (Montagem de todos os componentes)	502	7 780

Como podemos ver na tabela 1, todo o trabalho de CNC irá exigir o maior número de horas, consequentemente, maiores custos associados. Em seguida surge o trabalho da bancada, que em termos de tempo surge em segundo, porque como esta é a montagem e verificação de todos os componentes no molde, será fundamental para o bom funcionamento do mesmo para quando entrar na máquina de injeção. Segue-se o trabalho necessário por parte do departamento técnico, que será onde tudo irá começar. Este será responsável por todo o desenho, análise e estudo do molde antes de ser enviado para a produção. Por fim temos mais algumas operações como a erosão e polimento.

1.3 Objetivos para a execução do projeto

Este trabalho tem como objetivo principal a execução do projeto de um molde para a indústria automóvel, que obedeça aos seguintes requisitos:

- Assegurar eficazmente as dimensões requeridas para as peças;
- Garantir os elevados índices de qualidade solicitados à superfície da peça;
- Minimizar o impacto das linhas de junção do material injetado, caso o molde seja provido de vários canais de alimentação;
- Minimizar o tempo de ciclo de injeção do polipropileno;
- Assegurar um dimensionamento correto do molde de acordo com a máquina a injetar, tanto a nível de placas de encosto como de abertura máxima, para não existirem colisões e existir espaço para a mão-presa (robô) remover a peça;
- Cumprir todos os requisitos especificados pelo cliente final;
- Otimizar, tanto a nível mecânico como funcional;
- Maximizar o tempo de vida útil do molde e minimizar as atuais manutenções de *FMEA* e *RCM*.

Contudo, para o prosseguimento dos objetivos referidos, é necessária a exequibilidade dos parâmetros seguintes:

- Executar uma adequada seleção dos materiais e tratamentos térmicos para as diversas zonas do molde;
- Efetuar um estudo profundo da peça recebida do cliente e analisar todos os pontos de desmoldagem e possíveis melhorias, de forma a otimizar ambas as partes;
- Realizar um desenho preliminar, fazendo uma revisão com o cliente e abordando todos os pontos críticos de forma a chegar a um entendimento;
- Modelar todos os mecanismos e simulação dos mesmos, de forma a evitar erros;
- Desenvolver o desenho do molde, respeitando o caderno de encargos do cliente;
- Estudar os pontos e tipos de injeção;
- Proceder ao estudo do enchimento das peças (Estudo *Moldflow*[®]) e correspondente solidificação, otimizando a injeção e o arrefecimento através de ferramentas informáticas adequadas para o efeito;
- Efetuar o estudo do processo de fabrico do molde;
- Estudo, seleção e otimização de todos os componentes normalizados para o molde;
- Pensar sempre no processo de montagem, isto porque é possível efetuar construções no *software* que não são possíveis de levar à prática por mão humana;
- Verificar o seu funcionamento nos ensaios calendarizados;
- Efetuar alterações, caso existam, Controlo de Alterações do Cliente (CAC);
- Efetuar correções finais;
- Elaborar o relatório de ensaio.

1.4 Metodologia

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

- Estudo da peça;
- Análise das especificações do cliente;
- Pesquisa bibliográfica sobre projeto e dimensionamento de moldes para injeção de plásticos;
- Estudo da máquina de injeção;
- Realização do desenho preliminar, para aprovação prévia de aços de gravação, visto que estes necessitarão de tratamento térmico e irão influenciar a construção do molde;
- Pedido dos sistemas de injeção, através de desenhos com indicações, posições e orientações dos bicos, manómetro, electroválvulas, entre outras;
- Verificação de todos os componentes normalizados possíveis de usar no molde;
- Revisão do preliminar para possíveis afinações e melhorias;
- Modelação dos mecanismos e respetiva revisão;
- Estudo dos fluxos dos materiais dentro do molde e respetiva solidificação;
- Estudo do sistema de refrigeração, dos respetivos canais para o arrefecimento adequado;
- Seleção dos materiais para as diferentes zonas do molde (alguns são indicados na ficha técnica do cliente, porém, podemos usar aços similares, sempre com aprovação do cliente);
- Estudo das placas de fixação do molde à máquina de injeção;
- Realização do desenho/projeto final;
- Estudo do processo de produção e montagem do molde;
- Realizar ensaios para testar o molde e realizar um relatório de cada ensaio;
- Proceder às correções dirigidas ao DT no relatório de ensaio;
- Validação final da peça sem defeitos e, consequentemente, correto funcionamento do molde;
- Redação do presente relatório;

1.5 Estrutura

A estrutura deste trabalho está ajustada, principalmente, em duas partes que se subdividem: **Revisão Bibliográfica** com o intuito de proporcionar ao leitor um enquadramento apropriado aos temas abordados no presente relatório, com o auxílio de desenvolvimentos técnicos e científicos que foram publicados em livros e periódicos científicos relativos à matéria, **Desenvolvimento do Trabalho Prático** que foca três grandes fases, entre outros conceitos importantes, o desenho preliminar, a modelação dos mecanismos e o desenho final.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Moldes para a injeção de plásticos

Nas últimas décadas tem-se verificado um enorme desenvolvimento na utilização de materiais plásticos. Esta evolução deve-se naturalmente aos progressos conseguidos na tecnologia que apoia a Indústria Transformadora dos Materiais Plásticos. As exigências têm vindo a aumentar substancialmente, sobretudo neste setor, daí o domínio adquirido quer nas matérias-primas, quer nos equipamentos (Soares, 2009).

Existem vários processos para a moldação a quente de plásticos, sendo os mais comuns por injeção, compressão, extrusão, sopro e por transferência. Contudo, tratando-se de um projeto de um molde para injeção, será dada importância apenas ao processo de moldação por injeção (Moura, 2005).

2.1.1 Moldação por injeção

A moldação por injeção é o processo mais utilizado para a produção de grandes séries de peças, sendo um dos processos mais importantes para dar forma aos polímeros. Os equipamentos mais atualizados usam um mecanismo de parafuso móvel que permitem injetar o material fundido no interior do molde, enquanto os equipamentos já ultrapassados injetam o material através de um êmbolo. Naturalmente, os equipamentos de parafuso móvel são mais eficientes, pois conseguem uma melhor homogeneidade do material fundido. A figura 1 ilustra uma máquina de injeção convencional (Smith, 1998).

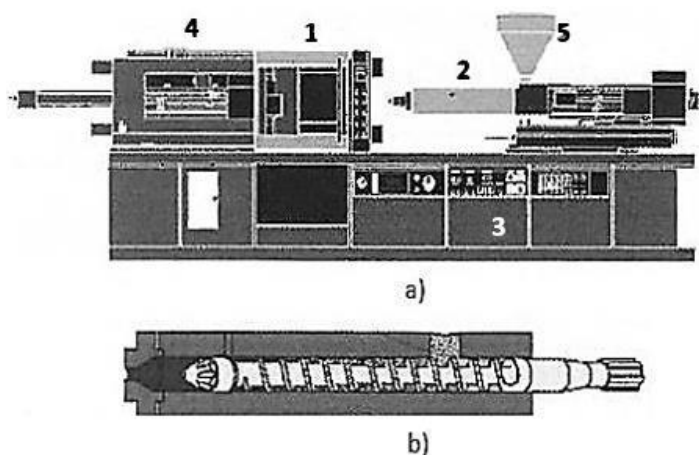


Figura 1 – Máquina de injeção: a) componentes principais; b) detalhe da unidade de injeção (Moura, 2005)

O ciclo de injeção ou moldação por injeção, baseia-se em várias fases (Figura 2) realizadas na máquina entre a produção de peças consecutivas. Com o objetivo de rentabilizar a máquina devido à competitividade económica, tendo em conta os elevados custos iniciais da instalação, é essencial a sua otimização. O ciclo inicia-se com o fecho do molde, a matéria-prima é levada pelo fuso até à câmara de injeção e, após aquecimento e homogeneização suficientes, dá-se a injeção no molde através do fuso que executa um movimento rápido de translação, introduzindo a matéria no interior do molde, preenchendo as cavidades. A fase seguinte, a pressurização, tem o intuito de compensar eventuais contrações da peça. Posteriormente, a plasticização corresponde à preparação do material para um novo ciclo, enquanto se espera que a(s) peça(s) arrefeça(m) no interior do molde. Por fim, e após o funcionamento dos sistemas de refrigeração, a peça adquire uma temperatura consistente para ser extraída sem sofrer distorção. Com a peça já extraída, temos um período de pausa, quando necessário, para a execução de operações manuais. Quando se atinge o estado ideal, essas pausas deixam de existir, passando o processo a ser robotizado, ou seja, dá-se a extração e o robô, designado de mão presa, retira o produto e coloca-o junto dos outros. De seguida começa um novo ciclo.



Figura 2 – Ciclo de injeção (Moura, 2005)

À medida que o parafuso avança, a pressão interna do molde torna-se menor do que a pressão de injeção, devido às perdas de fluxo durante a injeção. (Goodship, 2004).

Durante cada ciclo de injeção, a variação de pressão é notável, a Figura 13 comprova que até à fase de compressão a pressão aumenta de forma célere, atingindo o pico de pressão na cavidade do molde. Posteriormente, a pressão diminui progressivamente, ampliando a velocidade de descida na fase da contração da moldação (Goodship, 2004).

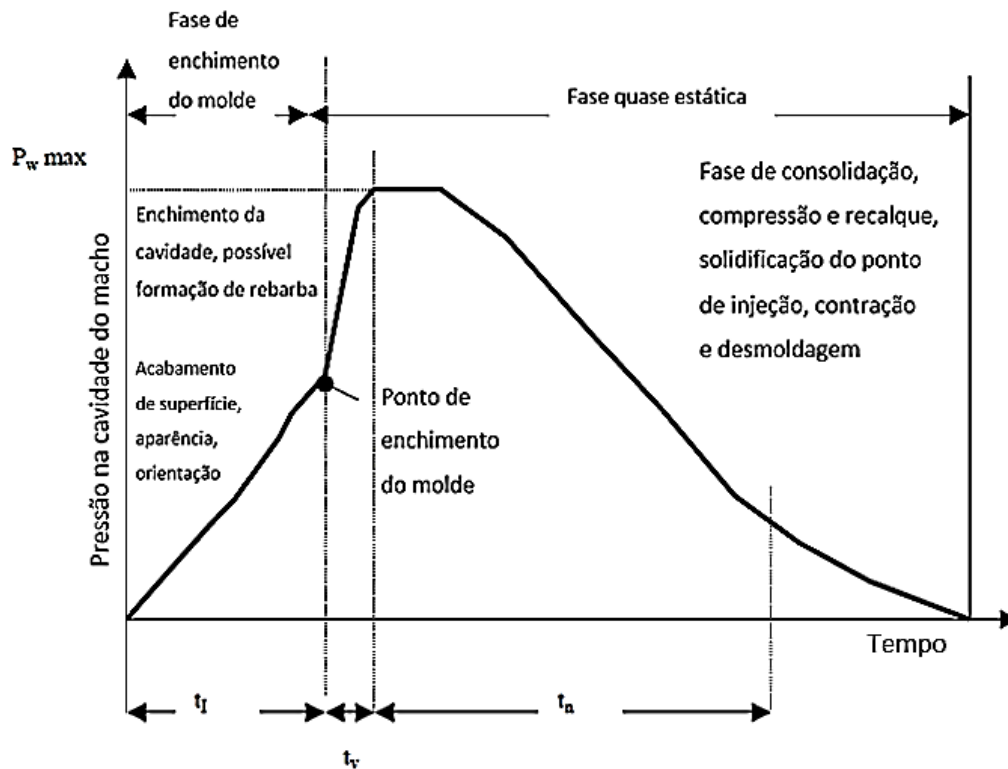


Figura 3 – Correlação entre as características de qualidade e o perfil de pressão na moldagem (Goodship, 2004)

Vantagens

As vantagens do processo de moldação por injeção são (Smith, 1998):

- Produção de peças com elevada taxa de eficiência;
- Produção de peças com geometrias complexas e de grandes volumes;
- Mão de obra tem um custo reduzido comparativamente ao retorno financeiro;
- As peças obtidas têm um bom acabamento superficial o que torna a necessidade de acabamento praticamente nula;
- Possibilidade de obter peças com insertos metálicos;
- Possibilidade de obtenção de peças com materiais distintos (termoplásticos com elastómeros).

Limitações

As limitações deste processo são (Smith, 1998):

- Margem de lucro pode ser reduzida devido a enorme concorrência;
- A maior parte dos componentes necessários à construção dos moldes têm custos elevados;
- A qualidade das peças está associada a um controlo rigoroso do processo;
- O custo de produção da máquina de injeção é elevado, o que proporciona uma necessidade de grandes produções de peças resultando numa redução máxima no ciclo de injeção, sem que exista interferência na qualidade das peças.

2.2 Breve introdução às funções de um molde para a injeção de plásticos

Um molde de injeção é uma ferramenta que tem como função o processamento de materiais poliméricos, com o objetivo de serem concebidos produtos de qualidade, associado a elevadas cadências produtivas. Destacam-se as seguintes funções (Grupo Simoldes Plastic Division, 2016):

- Preenchimento da cavidade;
- Qualidade a nível dimensional;
- Qualidade na estrutura das peças;
- Controlo da temperatura do material fundido;
- Injeção do material no interior do molde;
- Extração da peça injetada.

Existe uma variedade de sistemas para garantir o funcionamento adequado, das quais podemos destacar:

- Estrutura da máquina;
- Fixação da ferramenta;
- Sistema de extração;
- Alimentação da cavidade do molde;
- Arrefecimento do molde;
- Guiamento entre os meios-moldes;
- Cavidade.

Um molde de injeção (Figuras 4 e 5) pode ser visto como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que um espaço em que a peça vai ser concretizada, definido pela cavidade e pelo macho (a impressão), seja preenchido com plástico fundido, pelo que os outros sistemas garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas. Estes sistemas são:

- **Estrutura** – assegura a solidez estrutural do molde;
- **Guiamento** – mantém o perfeito alinhamento da cavidade com o macho;
- **Alimentação** – responsável pelo percurso do fundido, desde o bico da injetora até à impressora;
- **Controlo de temperatura** – controla a temperatura nas superfícies da peça, assegurando que esta seja tão uniforme quanto possível e que o arrefecimento se faça de forma rápida e eficiente;
- **Extração** – faz com que as moldações sejam retiradas do molde.

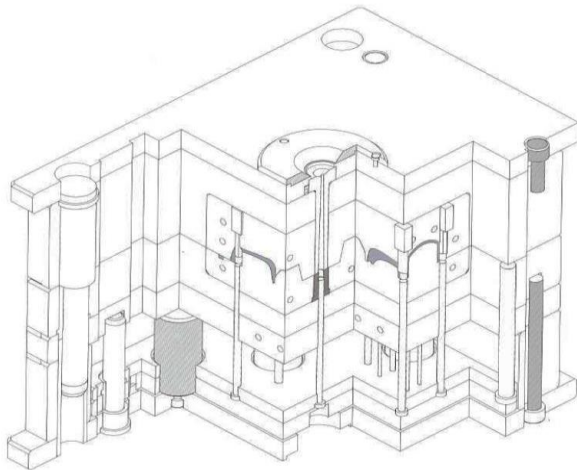


Figura 4 – Representação esquemática de um molde de injeção (CENTIMFE, 2003)



Figura 5 – Molde da IGM (IGM, 2018)

Os moldes de injeção de termoplásticos são construídos em vários tipos de materiais, desde aços de alta liga usados em moldes para séries mais longas e mais exigentes, até aços ao carbono para peças menos críticas e séries mais curtas. Hoje em dia também se começam a utilizar moldes em que os machos e cavidades são obtidos quase diretamente por recurso a técnicas de prototipagem rápida, que fazem a sinterização de partículas metálicas.

2.2.1 Estrutura dos moldes

A estrutura do molde de injeção de plástico é, normalmente, constituída por placas agregadas entre si (Figura 6) por ligações aparafusadas, previamente centradas por cavilhas. Cada placa tem as suas funções, que passam a ser descritas na tabela 2.

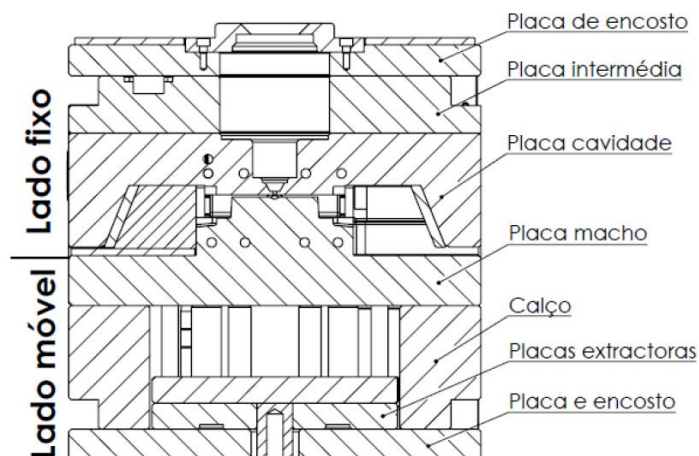


Figura 6 – Esquema de um molde de injeção (Grupo Simoldes, 2017)

Tabela 2 – Algumas funções das placas

Placa	Observações
Placa de encosto	Fixa a ferramenta molde à injetora; Fixa componentes (Guias, anel de centragem, guias).
Placa intermédia/suporte	Promove a solidez da estrutura; Aloja e fixa componentes (bico injetor, postigos). Suporta a pressão de injeção.
Placa cavidade	Aloja postigos; Aloja cavidades fêmea; Aloja e fixa componentes (cunhas, guias, talas, etc); Promove a solidez da estrutura; Suporta a pressão de injeção.
Placa macho	Aloja postigos; Aloja machos; Aloja e fixa componentes (cunhas, guias, talas, etc); Promove a solidez da estrutura; Suporta a pressão de injeção.
Calço	Limita e cria o curso para a extração; Apoia no suporte da extração.
Placa extratora	Aloja e fixa os elementos extratores; Extraí o componente da cavidade

É de notar que a cavidade e o macho podem estar situados indiferentemente na parte fixa (onde será implementado o sistema de injeção) ou na parte móvel do molde. No entanto, é mais comum a configuração descrita em que a cavidade fica na parte fixa e o macho na parte móvel, já que esta configuração facilita a extração das peças.

2.2.2 Tipos de moldes de injeção

No mercado corrente, são comuns os seguintes tipos de moldes:

- Moldes de duas placas;
- Moldes de três placas ou com pré-abertura;
- Moldes *Sandwich*;
- Moldes bi-material.

2.2.2.1 Moldes de duas placas

A configuração mais comum dos moldes é a de duas placas (Figura 7), em que as duas metades do molde abrem ao longo de uma linha de separação segundo o seu eixo de desmoldagem. Neste tipo de moldes, o material entra nas cavidades diretamente pelo injetor ou através de um sistema de injeção, o que permite a entrada do material fundido em vários pontos da peça, possibilitando um melhor enchimento. O lado móvel possui o sistema para a extração, que pode ser atuado por um sistema hidráulico da máquina ou através de um sistema hidráulico independente, pertence ao molde (mais comum), contudo, alimentado pela máquina de injeção. De entre os tipos de moldes de injeção usuais, estes são os que apresentam o custo mais baixo, devido à sua menor complexidade/funcionalidade (Campo, 2006, e Drobny, 2007).

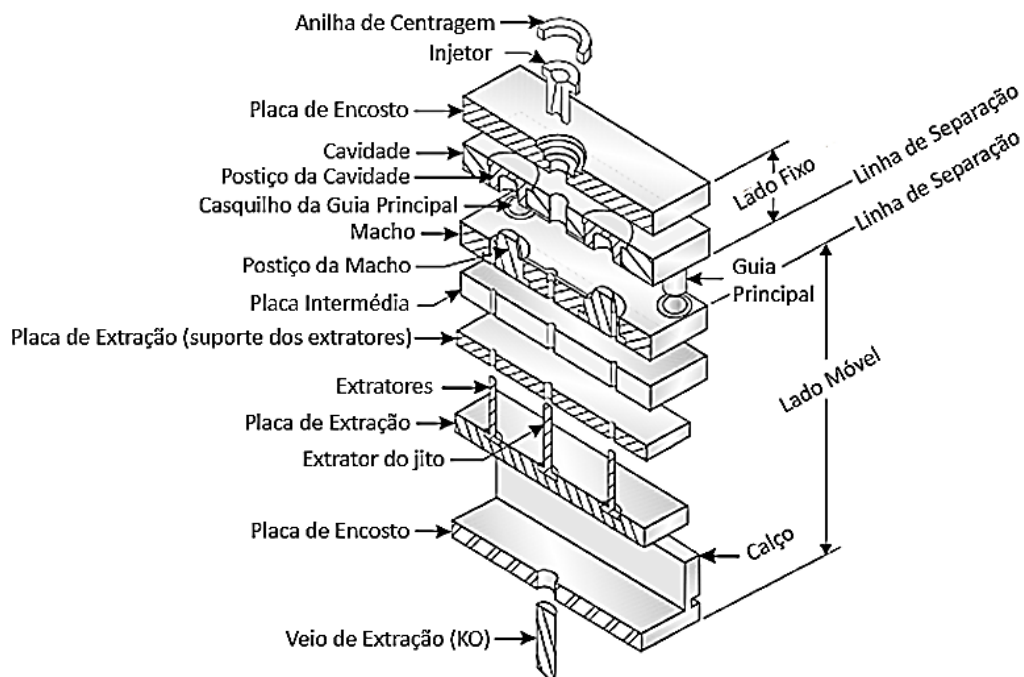


Figura 7 – Molde de duas placas – secção transversal (Campo, 2006)

2.2.2.2 Moldes de três placas ou pré-abertura

Os moldes de três placas têm duas aberturas, com uma função preponderante da primeira abertura, a qual fará desmoldar uma ou mais partes da peça, que esteja em contra saída, através dos movimentos submarinos (Figura 9). Estes são acionados pela pré-abertura (Figura 17). Seguidamente dá-se a abertura do molde. (Grupo Simoldes, 2016).

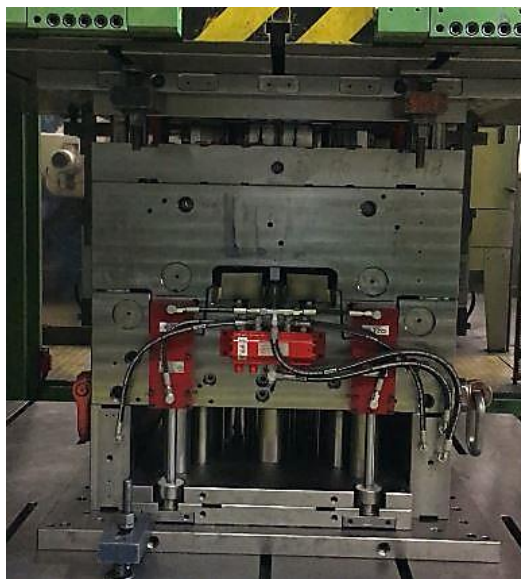


Figura 8 – Molde da IGM com a primeira abertura atuada (IGM, 2018)

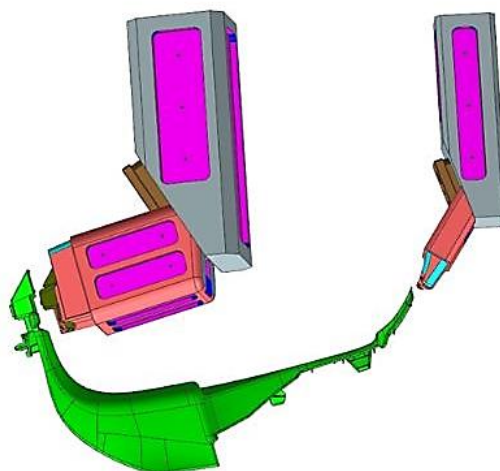


Figura 9 – Resultado da primeira abertura, desmoldagem da contra saída (DT IGM, 2018)

As três placas são designadas como macho, cavidade e flutuante ou intermédia. Na abertura do molde, independentemente da injeção se situar do lado do macho ou da cavidade, ocorre a separação entre a peça e o gito, dando-se seguidamente a extração da(s) peça(as).

Contudo, os moldes de três placas são moldes complexos, apresentando algumas desvantagens a nível financeiro devido ao elevado desperdício de material nos jitos, maior custo de desenvolvimento, montagem e manutenção (Drobny, 2007).

2.2.2.3 Moldes *sandwich*

Estes moldes permitem duplicar o número de peças a moldar, utilizando a mesma força de fecho da máquina de injeção (Figura 10). A abertura do molde *sandwich* faz-se com auxílio da abertura da máquina de injeção. O conjunto das cavidades (A) fica a meio do conjunto dos machos (B).

Durante a abertura e fecho do molde, deve-se ter em atenção que o conjunto de cavidades não saia do guiamento, sendo obrigatória a utilização de barras de apoio no próprio molde ou nas colunas da máquina. A extração deve ser feita através do movimento de abertura da máquina utilizando tirantes (C) (Xu, 2011).

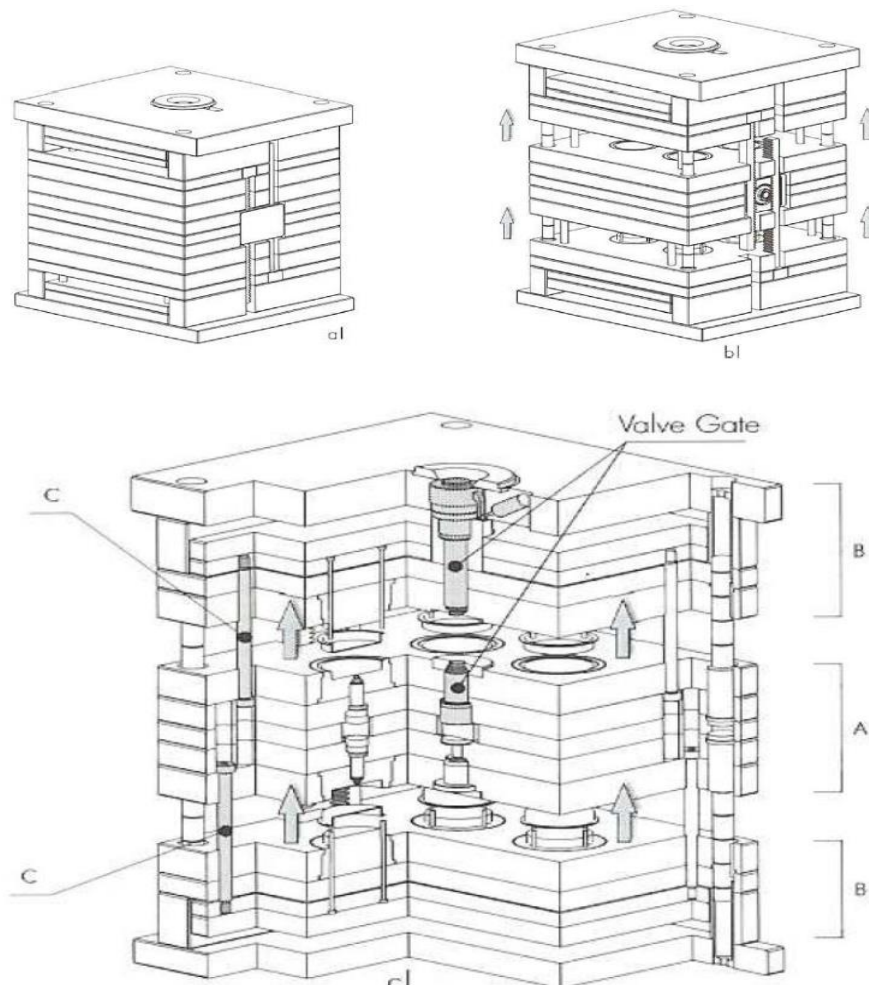


Figura 10 – Molde tipo Sandwich
a) Molde fechado; b) Abertura do Molde; c) Abertura e corte do Molde
(CENTIMFE, 2003)

2.2.2.4 Moldes bi-material

O molde de injeção bi-matéria é um tipo de molde que é projetado de forma a que esteja apto à moldação de dois ou mais materiais, podendo ser diferentes (compatíveis ou não) ou o mesmo material, mas com cores diferentes. A moldação bi-matéria pode ser efetuada através dos seguintes processos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017):

- Transferindo as moldações de uma máquina para a outra através de robôs;
- Transferindo as moldações da primeira posição de injeção para a segunda posição, no mesmo molde, através de robôs;
- Por rotação incorporada no molde ou no prato da máquina, que tem duas ou mais unidades de injeção, muito usual em junção de plástico com elastómero. Este processo é o mais comum na indústria automóvel.

Os processos apresentados são nomeados de acordo com os seguintes fatores:

- Economia;

- Produtividade;
- Tipo de produto;
- Equipamento disponível.

A figura seguinte apresenta um exemplo de um molde para injeção bi-matéria baseado no processo de rotação no prato da máquina.

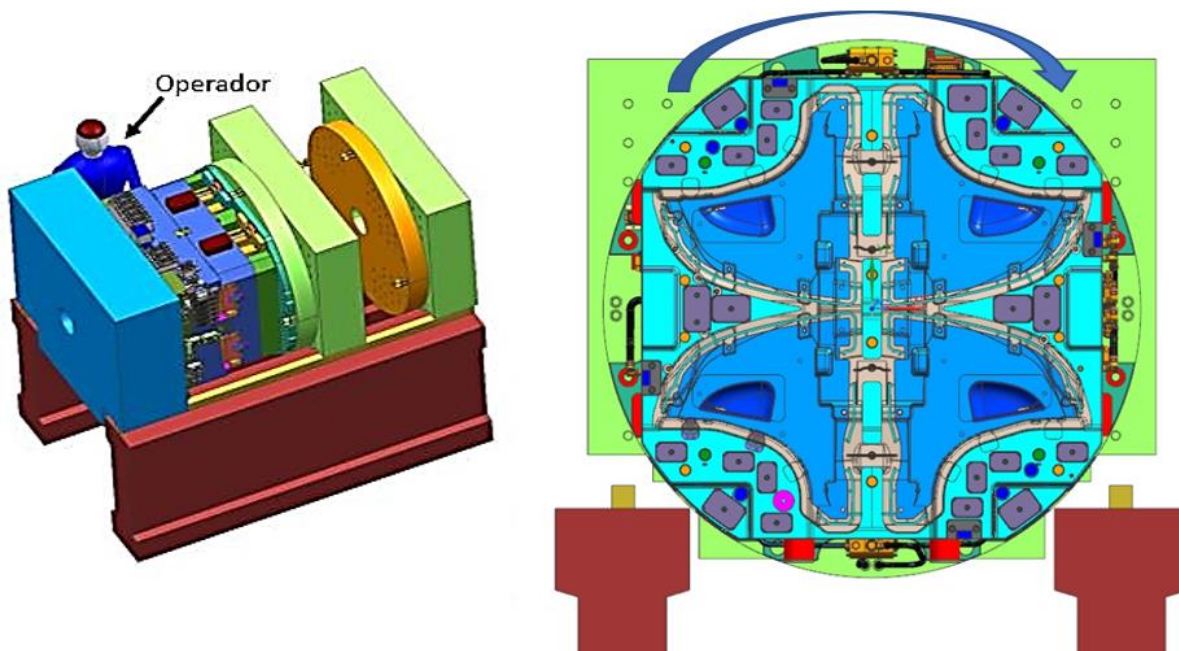


Figura 11 – Molde rotativo para injeção bi-matéria projetado na IGM (DT IGM, 2018)

Considerando o molde da figura 11 e tendo em conta que o molde injeta dois materiais distintos, sendo estes PP e EPDM, o funcionamento do molde bi-matéria pode ser descrito através dos seguintes passos:

- Injeta-se o material plástico, com a injetora em semiautomático, ou seja, injeta-se primeiro as duas cavidades;
- Posteriormente, a injetora é alterada para automático, injetando assim as quatro cavidades em simultâneo (injeção de PP e EPDM);
- Dá-se a abertura ao molde e todos os movimentos desmoldam a peça. O prato rotativo, através da ação de um cilindro hidráulico, cremalheira e roda dentada, roda 180°;
- Início da extração no lado do operador, onde a peça está completa com o PP e o EPDM;
- Aciona-se o recuo da extração através do sistema da máquina e fecha-se o molde. Durante o fecho, todos os movimentos voltam às suas posições originais mecanicamente;
- Simultaneamente, injetam-se com os dois sistemas de injeção (PP e EPDM);
- Dá-se a abertura do molde, o prato rotativo roda 180°;
- A peça que continha apenas o PP já possui o EPDM e está do lado do operador, logo, dá-se a extração da mesma;
- É um ciclo repetido, as peças completas estarão sempre no lado do operador.

2.2.3 Fixação da ferramenta

Há vários tipos de fixação do molde à injetora. Estes dependem da indicação do cliente e possibilidade de construção. Os tipos de fixação são:

- Aperto por grampos;
- Aperto por parafusos;
- Fixação por pratos magnéticos.

As fixações permitem o acoplamento do molde nas máquinas de injeção de forma eficaz e adequada para um melhor desempenho. Desta forma, cada máquina tem a sua própria forma de fixação, podendo ser adaptável.

Nos dias correntes, o mais comum são os moldes serem fixos à máquina de injeção por grampos (Figura 12). Porém, quando o molde vai ensaiar, é normal ter-se a fixação por parafusos (Figura 13).

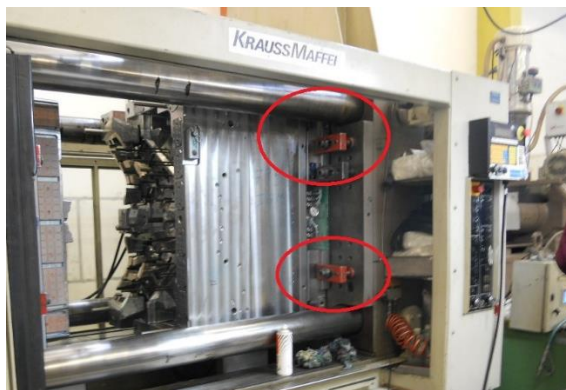


Figura 12 – Cuidado de molde fixa na máquina de injeção (Simoldes Plásticos, 2018)



Figura 13 – Fixação do molde por parafusos, em ensaio (Simoldes Plásticos, 2018)

Futuramente a fixação por aperto magnético (Figura 14) será mais usual porque tem a vantagem de se poder aproveitar todo o espaço disponível do prato da máquina. Numa das empresas mais recentes do Grupo Simoldes, localizada na República Checa, esta fixação já é usada.



Figura 14 – Prato magnético (Grupo Simoldes, 2017)

2.2.4 Extração das peças injetadas

Extração da peça é o conceito que se dá ao processo de remoção da peça do molde. Usualmente, aquando da abertura do molde, a peça fica retida no macho. Posteriormente é acionada a

extração, seguidamente é retirada por uma mão-presca (robô) e colocada num tapete de transporte. Contudo pode também ser retirada manualmente, que é o que acontece nos primeiros ensaios do molde (Drobny, 2007).

Os extratores deverão estar em quantidade e posicionamento adequado (Figura 15) para uma fácil desmoldagem da peça e estar munidos de sistema anti rotação (Figura 16).

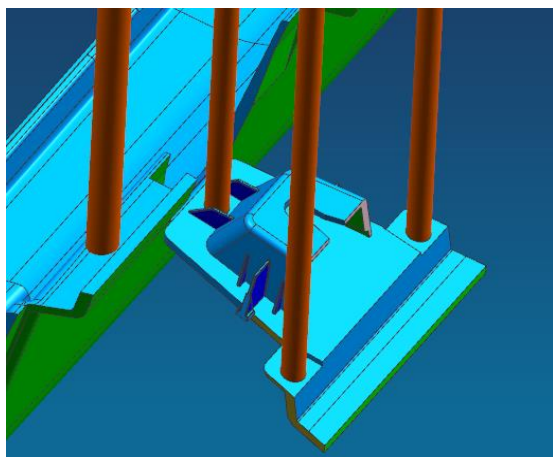


Figura 15 – Exemplo de posicionamento de extratores (DT IGM, 2018)

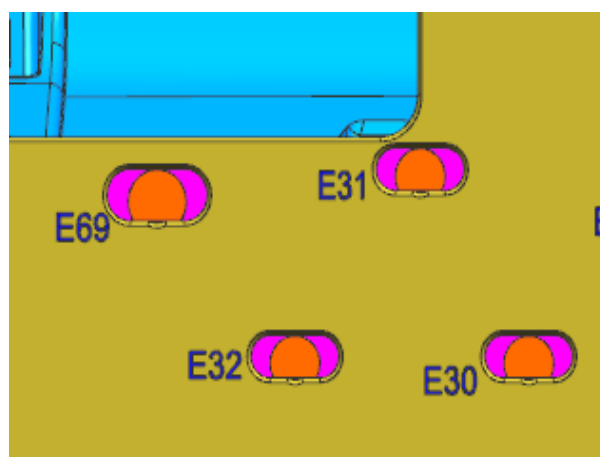


Figura 16 – Cabeça dos extratores com anti rotação (DT IGM, 2018)

2.2.5 Sistemas de alimentação

O material injetado percorre um caminho que vai desde a máquina de injeção até à(s) cavidade(s) do molde, em que os canais de distribuição transferem o material desde o bico até às entradas da(s) cavidade(s). Canais com pequenas secções transversais, necessitam de elevadas pressões de injeção, o que, por consequência, tornará mais demorado o preenchimento da(s) cavidade(s). Pelo contrário, canais de maiores dimensões permitem um melhor acabamento nas peças e minimizam linhas de união de material e tensões internas (Harada, 2004).

Existem diferentes tipos de sistemas de alimentação:

- Canais quentes;
- Canais isolados;
- Canais frios;

2.2.5.1 Canais quentes

Os canais quentes de alimentação têm como função manter o material no estado fundido desde o bico da injetora até à zona moldante, evitando a sua solidificação precoce. Moldes com canais quentes, normalmente não necessitam de extração do sistema de alimentação, este é liberado com a abertura do molde e extração da peça. As vantagens do uso destes canais relativamente

aos sistemas de canal frio dependem de um conjunto alargado de fatores, tais como (Manrich, 2005):

- Geometria da peça;
- Quantidade de peças a produzir;
- Tipo de material a processar;
- Tipo de equipamento auxiliar disponível.

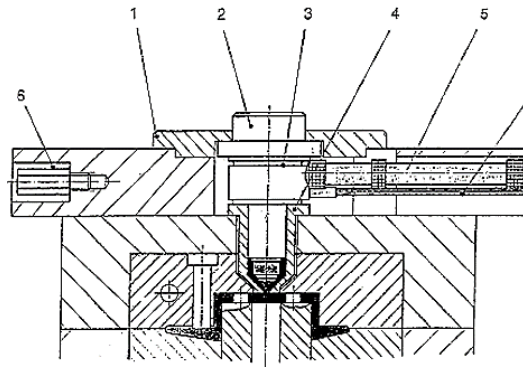


Figura 17 – Canal quente de alimentação (Goodship, 2004)

Onde:

- 1 – Anilha de centragem;
- 2 – Adaptador para o bico da máquina/injeção principal;
- 3 – Bico do canal quente;
- 4 – Casquilho do bico;
- 5 – Caixa protetora de fios elétricos;
- 6 – Conetor alternativo;
- 7 – Conetor de temperatura.

Regra geral, os canais quentes permitem o emprego de máquinas de injeção mais pequenas, devido ao menor volume de dosagem e menor queda de pressão requeridos. São bastante mais competitivos para produções elevadas (> 100 000 peças/ano).

2.2.5.2 Canais frios

Em regra, os sistemas de alimentação são constituídos por vários canais, maquinados numa placa, podendo existir em mais do que uma. Normalmente são maquinados na placa do macho, da cavidade e em alguns casos em ambas. O material fundido é transportado desde o bico de injeção até cada zona moldante. Esta entra no molde pelo jito, que pode ser direto a zona moldante ou ramificar-se num sistema de alimentadores, fazendo a ligação do jito à gravação.

A figura 18 mostra as diversas partes constituintes de um sistema de alimentação característico (Manrich, 2005).

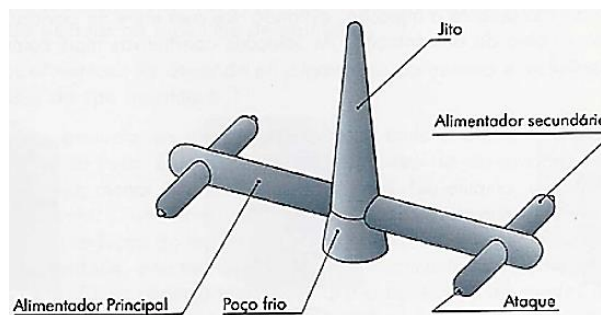


Figura 18 – Sistema de alimentação (Gingery, 1997)

O **jito** é um canal divergente (Figura 18), com um ângulo de abertura que pode variar entre os 2 e 5°. Este canal liga o bico da injetora aos alimentadores, ou pode ser direto à gravação (Drobny, 2007).

Os **alimentadores** são canais que distribuem o material fundido para a gravação, os quais podem ter diferentes geometrias (Figura 19). É necessário tomar em conta o tamanho de canal porque este está ligado diretamente à queda de pressão, sendo que quanto maior for o tamanho do canal, maior será a queda de pressão. Este problema é solucionado pelo aumento do tempo de arrefecimento, mas, tendo em conta que este processo representa 50 a 75% do tempo de ciclo de injeção, poder-se-á estar sujeito a problemas de produtividade. É essencial existir um ajuste entre minimização da queda de pressão e a redução do tempo de arrefecimento.

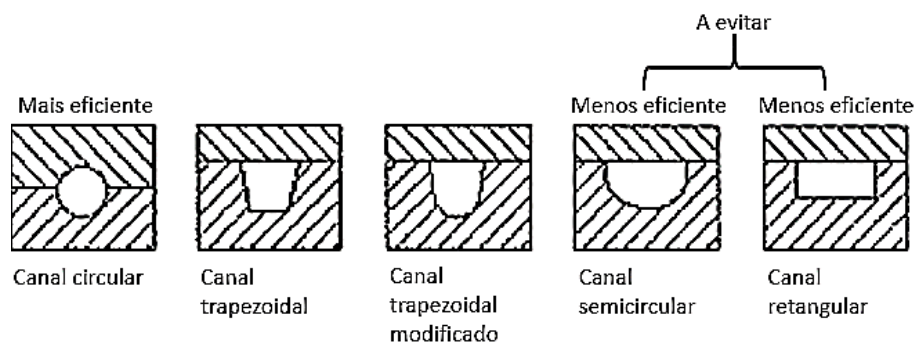


Figura 19 – Diferentes geometrias dos canais de alimentação (Drobny, 2007)

Os canais circulares são os mais eficientes, contudo, com custos acrescidos devido à maquinação das duas placas. Os canais trapezoidais também possuem uma eficiência elevada, sendo estes os canais mais comuns (Harada, 2004).

O **ataque** é um estreitamento entre os alimentadores e a gravação, e tem como função (Campo, 2006):

- Submeter o material fundido a uma taxa de corte suficientemente elevada para que o aquecimento resultante da dissipação viscosa mantenha essa passagem aberta durante o enchimento e a fase de pressurização;
- Facilitar o controlo de enchimento;
- Permitir que a peça seja retirada sem dificuldade, não deixando uma marca muito profunda.

Os ataques mais comuns são os seguintes (Cruz, 2002):

- Ataque direto;
- Ataque em lâmina / lateral;
- Ataque submarino;
- Ataque *bayer*.
-

O **ataque direto** (Figura 20) é utilizado com frequência em moldes com uma só cavidade, embora seja a peça que dite o tipo de injeção adequada. Uma das vantagens deste tipo de ataque, é que a queda de pressão no sistema de alimentação é relativamente baixa, enquanto que a principal desvantagem é a dificuldade de separação do jito sem deixar marcas significativas na superfície da moldação (Goodship, 2004).

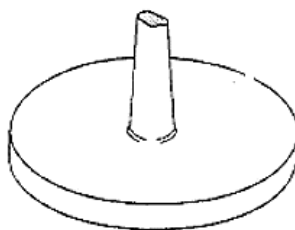


Figura 20 – Ataque direto (Goodship, 2004)

Ataque em lâmina / lateral (Figura 21 e Figura 22), são ataques bastante similares, ambos são executados lateralmente em peças planas, através de uma fenda, geralmente numa secção retangular. Têm as vantagens de serem os ataques que implicam menores custos de maquinagem, elevado rigor dimensional e permitem moldar os materiais usuais nas peças plásticas da indústria automóvel, enquanto que, a grande desvantagem é deixar marca na superfície visível da peça, se não for projetada uma extração adequada (Goodship, 2004).

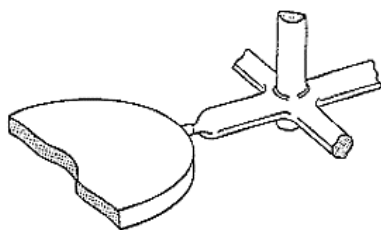


Figura 21 – Ataque em lâmina / lateral (Goodship, 2004)



Figura 22 – Jito originado de um ataque em lâmina / lateral (DT IGM, 2018)

Ataque submarino (Figura 23 e Figura 24) tem forma cónica, com inclinação nas paredes, de forma a que o ponto de injeção seja aproximadamente de 1 mm de diâmetro. Este tipo de ataque tem a vantagem de o gito ser arrancado automaticamente com o avanço da extração. Contudo,

recomenda-se o uso de postigos para minimizar a possível marca na parte lateral da peça, especialmente em peças pintadas (Grupo Simoldes, 2017).

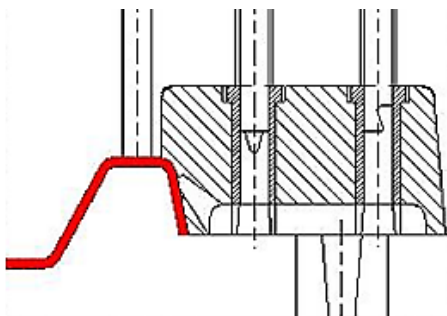


Figura 23 – Ataque submarino (Grupo Simoldes, 2017)



Figura 24 – Jito originado de um ataque submarino (DT IGM, 2018)

Ataque *bayer* (Figura 25 e Figura 26) é utilizado quando a geometria da peça assim o “indica”. Existe a necessidade de criar um rebaixo na peça, na zona do ponto de injeção, para evitar que o vestígio do mesmo interfira na acostagem com outras peças. Neste tipo de injeção usam-se sempre dois postigos, apertados pelo lado da gravação, por cada *bayer* (Figura 24), para polimentos, para uma fácil substituição em caso de dano e minimização de marca na peça (Grupo Simoldes, 2017).

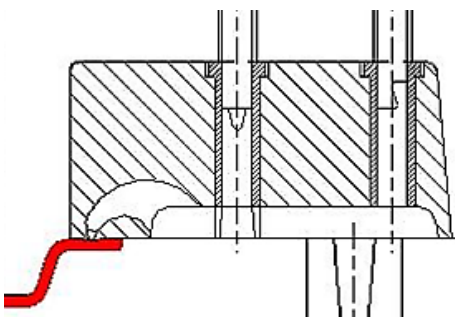


Figura 25 – Ataque Bayer (Grupo Simoldes, 2017)



Figura 26 – Jito originado de um bayer (DT IGM, 2018)

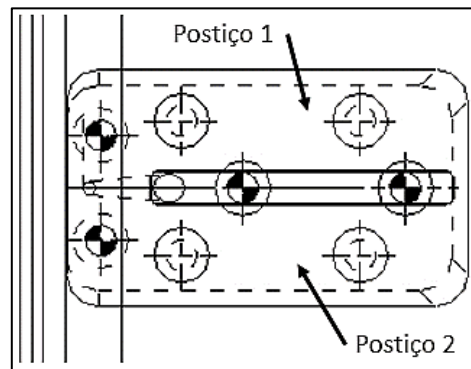


Figura 27 – Injeção *bayer* gravada com dois postigos (Grupo Simoldes, 2017)

Porém, existem mais tipos de ataques para além dos mostrados anteriormente. Existem modelos menos usuais na indústria automóvel que as soluções já apresentadas. São exemplo disso os ataques em leque, diafragma, anel, estrela, alfinete ou submarina curva (Goodship, 2004 e Cruz, 2002).

2.2.5.3 Canais isolados

Os moldes com canais isolados (Figura 28), ao contrário dos moldes de canais frios, não geram desperdício (jito e canais de enchimento), não obrigam a extração do canal devido aos curtos tempos de ciclo, por norma, inferiores a 20 segundos. Os canais possuem elevada espessura comparativamente aos canais comuns, pelo fato de evitarem o arrefecimento do material, de ciclo para ciclo, no centro do canal. Os moldes com canais isolados são apropriados para:

- Materiais com índice de fluidez elevado;
- Tempos de ciclo relativamente curtos.

Este tipo de molde necessita de pré-aquecimento da ferramenta para permitir um aquecimento ou fusão do canal solidificado antes do arranque da produção (Campo, 2006 e Dubois, 2013).

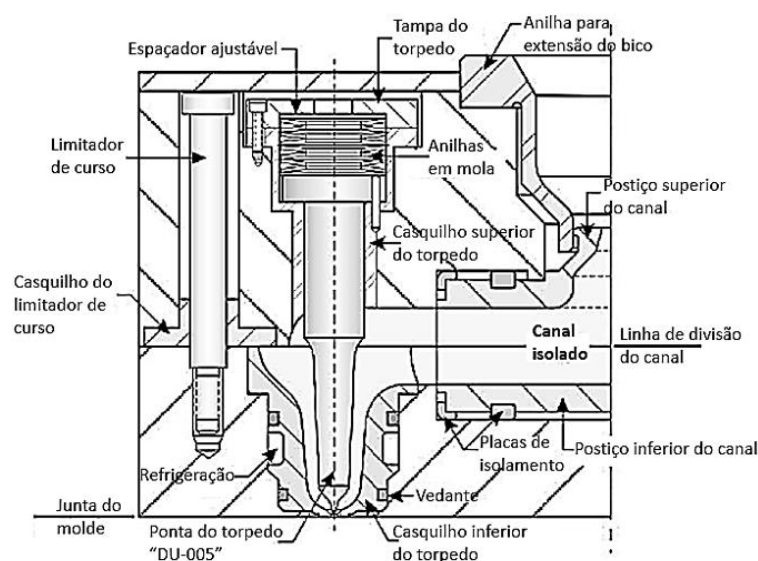


Figura 28 – Sistema de canal isolado (Campo, 2006)

2.2.6 Sistemas de extração de gases

Durante a injeção do polímero no molde, este tem tendência a libertar gases durante a solidificação, os quais, na maior parte dos casos, são prejudiciais e necessitam da criação de saídas para a sua libertação para o exterior. Senão existirem saídas suficientes, a compressão de ar pode ocorrer e, conseqüentemente, a temperatura e pressão aumentam rapidamente, podendo causar o enchimento incompleto ou mesmo a queima do plástico. Quanto maior for a viscosidade do material a injetar, maiores terão de ser as dimensões das saídas.

As saídas de gases são feitas através de rasgos (Figura 29) ao longo de toda a peça, sendo especificamente essenciais nas zonas de fim do enchimento ou nas zonas de convergência das frentes de fluxo. Desta forma, para além dos gases naturais do enchimento, também poderão ser libertados eventuais elementos voláteis libertados pelo fundido. É necessário ter em consideração a profundidade do canal, pois este deve permitir a saída de ar. Porém, deve ser suficientemente pequeno para que o fundido não possa sair, gerando rebarba (Campo, 2006).



Figura 29 – Canal de fugas em moldes para trabalhar em máquina de injeção < 350 T (Grupo Simoldes, 2017)

Todavia, em alguns casos, não é possível fazer o escape dos gases pela junta do molde. Nestes casos, tem-se de recorrer a outras alternativas, como, por exemplo, fazer o escape de gases pelos extratores, levantadores ou até mesmo postiços (Kutz, 2011).

2.2.7 Sistemas de arrefecimento do molde

O arrefecimento do molde é necessário para evitar o aquecimento em demasia do mesmo, permitindo que a peça solidifique rapidamente e que resista à extração sem sofrer deformações. O arrefecimento do material injetado é feito por transferência de calor, mais precisamente por condução, para as superfícies moldantes.

Porém, para a transferência de calor atuar rapidamente, são mandrilados furos para refrigeração próximos das zonas moldantes (Figura 30). Estes furos, também designados de “linhas de água”, pelo motivo de nos dias correntes a água ser o fluido de refrigeração mais comum e mais económico (Drobny, 2007).

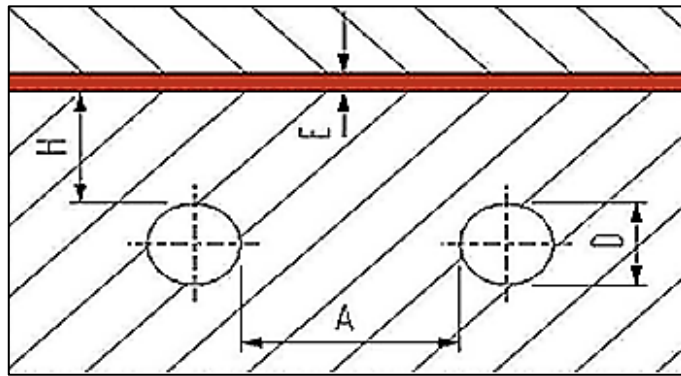


Figura 30 – Refrigeração da peça (Grupo Simoldes, 2017)

Onde:

- A – Distância entre furos;
- B – Diâmetro do furo;
- E – Espessura da peça (gravação);
- H – Distância entre o furo de água e a peça.

Existem muitas regras que otimizam os sistemas de refrigeração para uma ótima regulação térmica. Os circuitos devem ser concebidos de forma a permitir uma correta gestão das temperaturas desenvolvidas no interior do molde, de forma a otimizar o ciclo de injeção.

No dimensionamento de um sistema de arrefecimento eficiente, os aspetos a considerar são:

- O tipo de polímero e a temperatura de processamento;
- A temperatura do molde;
- As condições do fluido refrigerante;
- O espaço disponível no molde;
- A forma (perfil) da peça;
- O grau de condutividade térmica dos materiais aplicados junto às cavidades;
- A entrada do canal de refrigeração próximo do bico de injeção, pois é a região de maior calor acumulado;
- O dimensionamento e localização adequada dos sistemas aplicados ao molde;
- As regulações de parâmetros de processo;
- O acabamento superficial do molde e do produto que se deseja alcançar.

Deste modo, os resultados obtidos (Figura 31) serão acima do esperado, obtendo-se diminuições nos tempos de ciclo, redução de tensões e de desgaste de material, assim como redução do número de peças com defeito (Silva, 2009).

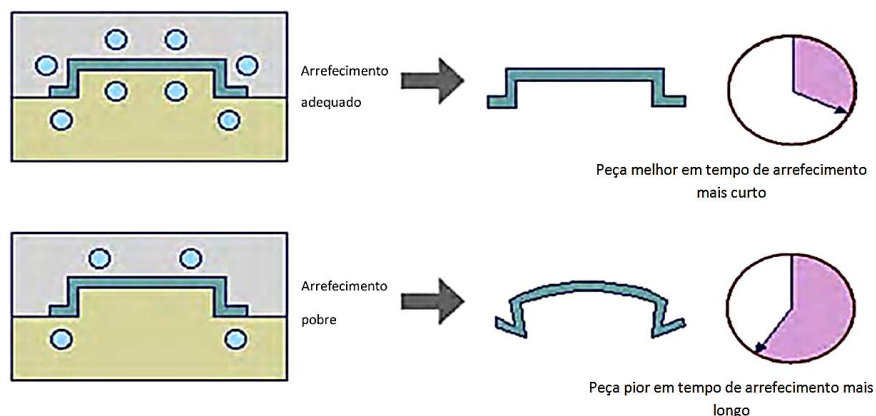


Figura 31 – Refrigeração adequada e refrigeração inadequada (Park & Dang, 2011)

2.2.8 Sistemas de guiamento-centramento do molde

O guiamento do molde deverá garantir um fecho perfeito entre o lado do macho e o da cavidade, evitando assim a criação de defeitos nas faces de ajuste e vedação do molde. Desta forma, pode-se considerar como elementos fundamentais os seguintes (Rosato, 2012):

2.2.8.1 Guia redonda com casquilho

As guias redondas com casquilho (Figura 32) são normalmente utilizadas nos moldes de menor dimensão. Devem ser colocadas quatro guias no molde do lado da cavidade, de maneira que sejam os primeiros elementos a contactar com o lado oposto do molde. Uma das guias é deslocada (Figura 33) ou de maior diâmetro (Figura 34) para evitar qualquer erro de montagem, não correndo o risco de danificar as partes moldantes.



Figura 32 – Diferentes tipos de guias:

- a) Guia; b) Guia de corpo respigado; c) Guia respigada com cabeça de centragem;
(CENTIMFE, 2003)

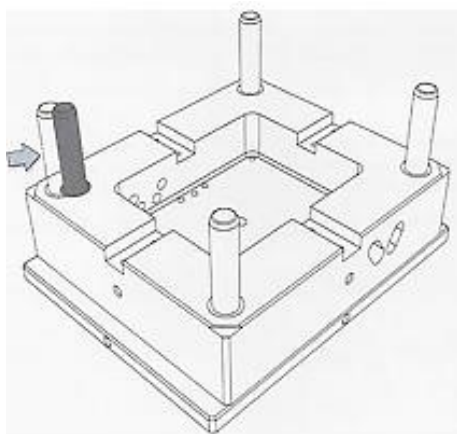


Figura 33 – Lado da cavidade com guia deslocada (CENTIMFE, 2003)

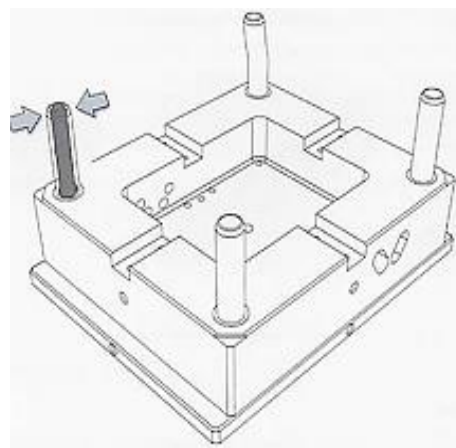


Figura 34 – Lado da cavidade com guia de diâmetro diferente (CENTIMFE, 2003)

2.2.8.2 Guias prismáticas com corredeiras

Normalmente é o guiamento utilizado em moldes de médias e grandes dimensões. Neste tipo de molde, as guias prismáticas (Figura 35) devem ser projetadas prevendo a sua aplicação: uma do lado operador e outra do lado oposto ao operador, bem como uma guia cilíndrica no lado inferior (oposto ao topo), conforme a figura 36. Desta forma, estes moldes terão um guiamento mais robusto.

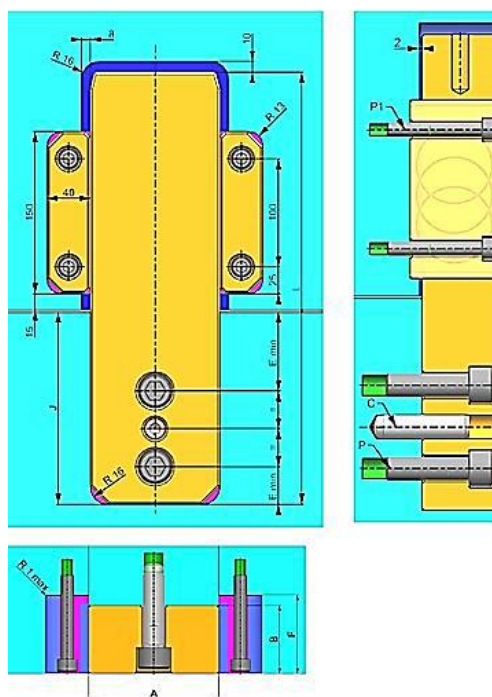


Figura 35 – Guia prismática com corredeiras (DT IGM, 2018)

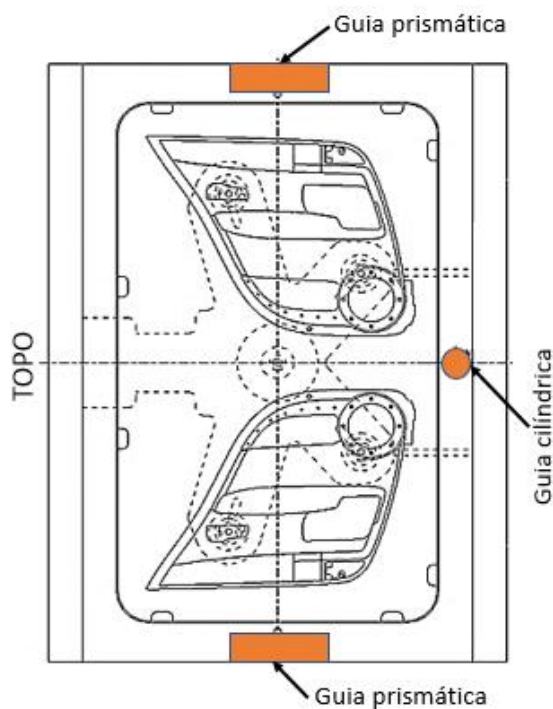


Figura 36 – Molde com guias prismáticas (Grupo Simoldes, 2017)

2.2.8.3 Guias prismáticas com rolamentos

São geralmente utilizadas em moldes de grandes dimensões ou em moldes que o cliente exige. É composto por um conjunto semelhante ao anterior, contudo, uns dos lados, em vez de corredeira, tem um rolamento (Figura 37). Este tem como função principal suportar o peso da metade móvel, reduzindo o atrito e o desgaste. Este sistema é aplicado nas laterais do molde (Figura 38) (posição da máquina de injeção) ficando o rolamento na parte inferior de forma a suportar o peso do macho que, por norma, tem massa superior em relação à cavidade.

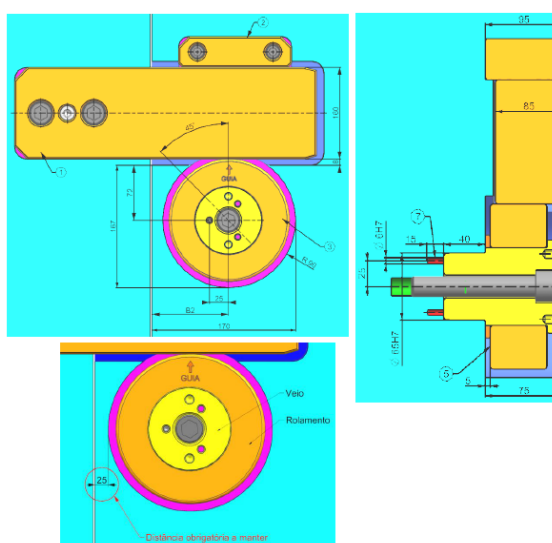


Figura 37 – Guia prismática com rolamento (Grupo Simoldes, 2017)

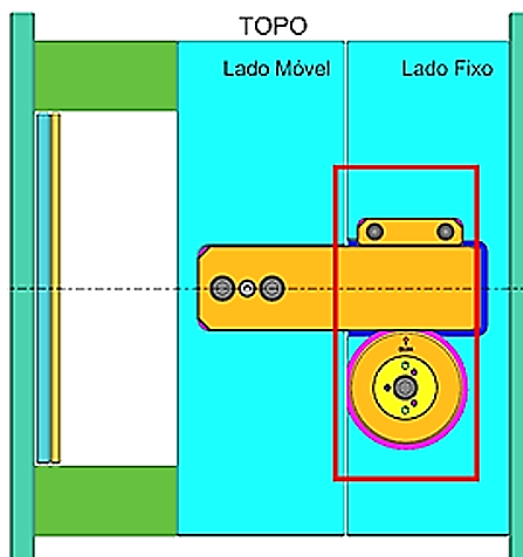


Figura 38 – Guiamento do molde através de guias prismáticas com rolamentos (Grupo Simoldes, 2017)

2.2.8.4 Anilhas de centragem

Por norma, são aplicadas anilhas de centragem (Figura 39) nas duas metades do molde, em moldes que trabalham com uma força de fecho acima de 200 T como também em moldes com peso igual ou superior a 1,5 T. Caso contrário, apenas o lado fixo levará a anilha de centragem. (Grupo Simoldes, 2017).

Os diâmetros destes acessórios deverão estar de acordo com a máquina de injeção a utilizar, são montados nas placas traseiras e têm a função de permitir o centramento nos pratos da máquina (Grupo Simoldes, 2017).



Figura 39 – Diversas anilhas de centragem fabricadas na IGM (IGM, 2018)

2.2.8.5 Interlocks

Para garantir o alinhamento adequado das metades do molde, deve-se usar *interlocks* fiáveis. A utilização de quatro bloqueios por molde é o mais comum. A localização destes deve ser bem projetada, assim como o tipo de *interlocks* a usar. Desta forma será garantido um guiamento preciso e a proteção da linha de junta (Campo, 2006), (Mittal, 2011).

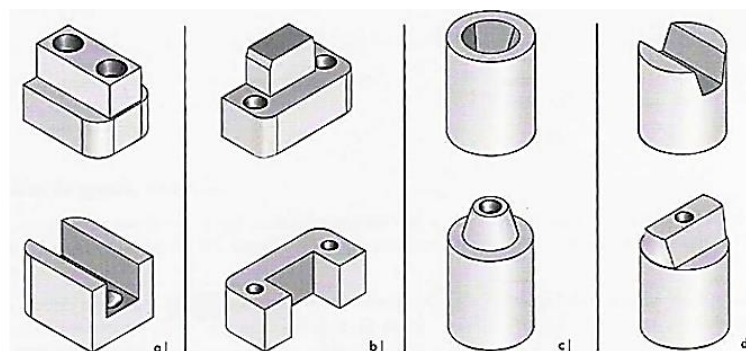


Figura 40 – Diferentes tipos de interlocks:

- a) Retangular tipo A; b) Retangular tipo B; c) Circular tipo B; d) Circular tipo A
(CENTIMFE, 2003)

2.2.8.6 Placas de ajuste fino

As placas de ajuste fino são usadas para garantir a proteção da junta do molde. Estas placas devem ter um ângulo inferior ao ângulo mínimo existente nas paredes de ajuste. Desta forma, nos casos em que a peça implique ajustamentos com ângulos muito reduzidos, devem existir localmente cones com inclinação 2° inferior ao menor ângulo de ajustamento para um guiamento e proteção mais precisos, conforme a figura 41 (Grupo Simoldes, 2017).

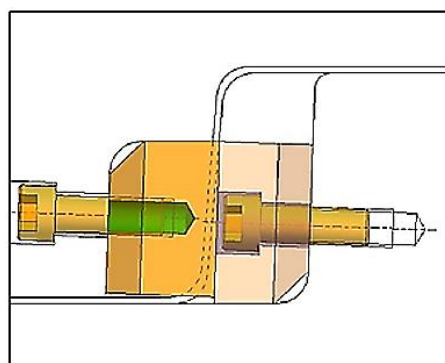


Figura 41 – Placas de ajuste fino para proteção de junta (Grupo Simoldes, 2017)

2.2.8.7 Cones de centramento no lado fixo (lado do sistema de injeção)

Para auxiliar o correto posicionamento do molde em relação à máquina de injeção e ao robô, deverão ser efetuados dois ou quatro furos cónicos do lado da parte fixa para os vários tipos de injetoras especificadas.

2.2.8.8 Guias de extração

As guias (Figura 42) devem garantir o bom funcionamento das placas de extração, quer no avanço, quer no recuo das mesmas. Normalmente são utilizadas quatro unidades, posicionadas se possível de forma equidistante e simétrica. No entanto, quando o comprimento das placas ultrapassa os 796 mm, a quantidade passa de quatro a seis guias de extração, isto porque, para

além do guiamento, também ajudam a evitar possíveis empenos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017).

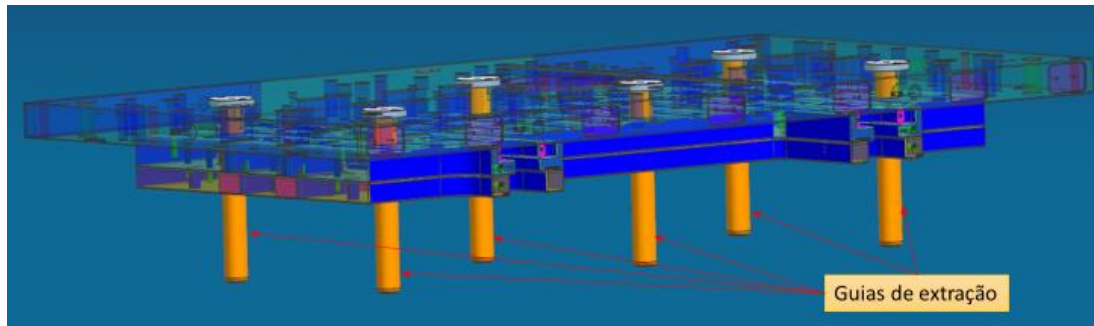


Figura 42 – Posicionamento das guias de extração num molde da IGM (DT IGM, 2018)

2.2.9 Sistemas, mecanismos e componentes de gravação

No que diz respeito a elementos de gravação ou moldantes, existe uma grande diversidade destes elementos em que se pode destacar os seguintes (Grupo Simoldes, 2017), (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017):

2.2.9.1 Postiços

Aplicam-se em situações de dificuldade de maquinagem, como, por exemplo, nervuras na peça, evitando-se assim uma maquinação complexa, seja por CNC ou por electro erosão. É também frequente recorrer a postiços por uma questão de polimento, refrigeração localizada (Figura 43), quando a extração de gases é insuficiente ou em zonas de trabalho de maior desgaste (Figura 44) (Grupo Simoldes, 2017).

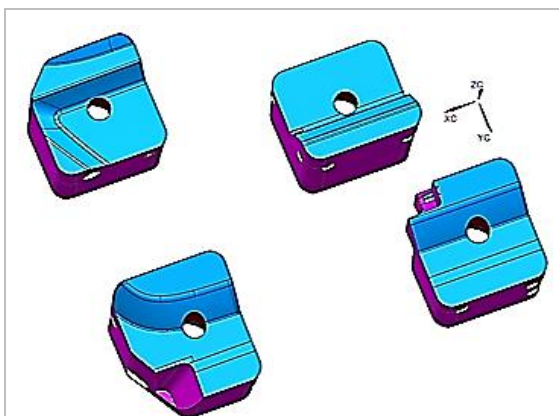


Figura 43 – Postiços de refrigeração localizada dos bicos do sistema de injeção (DT IGM, 2018)

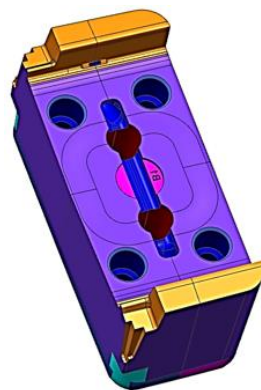


Figura 44 – Postiços do sistema de injeção (DT IGM, 2018)

2.2.9.2 Levantadores

Os levantadores (Figura 45) atuam como extratores, sendo também montados diretamente nas placas de extração, mas com diferença de não desmoldarem um ponto na peça, mas sim uma parte/zona da mesma (Figura 46), ou seja, atuam quando se dá o avanço da extração. Servem apenas para executar a remoção da peça, não para desmoldar contra saídas (Grupo Simoldes, 2017).

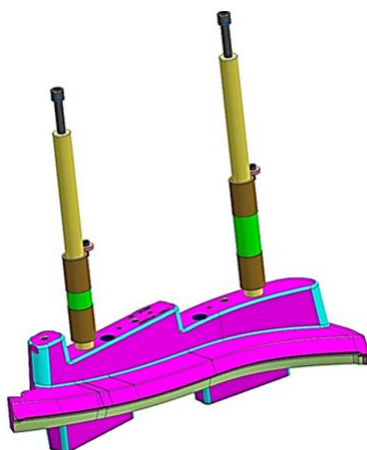


Figura 45 – Representação de levantador (DT IGM, 2018)

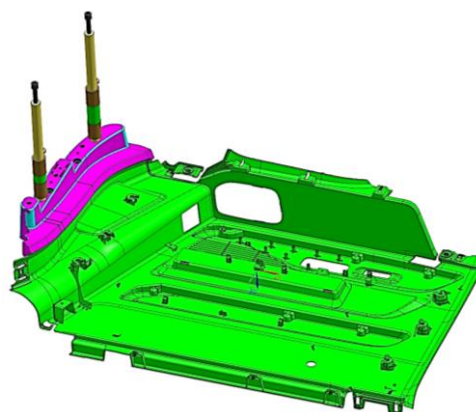


Figura 46 – Levantador a atuar numa zona da peça (DT IGM, 2018)

2.2.9.3 Movimentos mecânicos

Os movimentos mecânicos (Figura 47) são utilizados para desmoldar contra saídas. Atua com a abertura e fecho do molde, através de uma guia que promove o avanço e recuo do próprio.

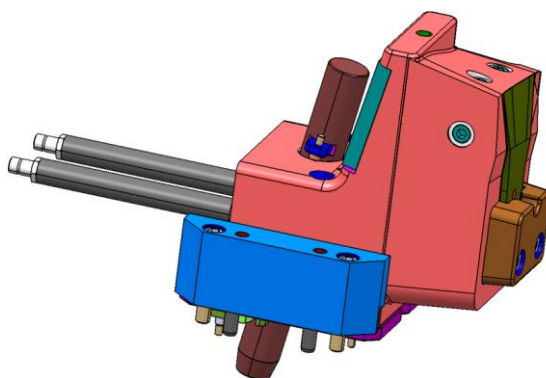


Figura 47 – Movimento mecânico (DT IGM, 2018)

2.2.9.4 Movimentos hidráulicos

Os movimentos hidráulicos (Figura 48), apesar da sua ótima eficiência, são a última opção a tomar, por requererem a utilização de um sistema hidráulico que representa custos acrescidos ao molde e pelo espaço requisitado para a sua implementação.

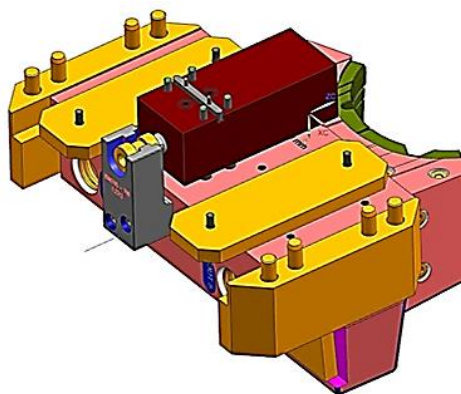


Figura 48 – Movimento hidráulico (DT IGM, 2018)

2.2.9.5 Movimentos à extração inclinados com e sem veio de reforço

Os movimentos à extração (Figura 49) são os mais usados para desmoldar contra saídas no molde. Atuam simultaneamente com a extração da peça, servindo de apoio aos extratores no processo de desmoldagem. A sua inclinação deve ser tal que permita a desmoldagem da contra saída existente, evitando colisões. Quando esta inclinação é superior a 10° ou o curso da extração é superior a 200 mm, é obrigado aplicar o veio de reforço (Figura 50). Este mecanismo está ligado à extração e funciona com carrinhos de deslizamento (Grupo Simoldes, 2018).



Figura 49 – Movimento à extração (DT IGM, 2018)



Figura 50 – movimentos à extração com veio de reforço (DT IGM, 2018)

2.2.9.6 Movimentos à extração com funcionamento linear (evolução dos inclinados)

Este mecanismo é recente e foi lançado pela Cumsa, sendo designado por *double rack* (DR) (Figura 51). Devido a uma dupla cremalheira, tem na prática o resultado de um movimento à extração, porque desmolda a contra saída. É um componente excecional, já que a nível de

projeto se ganha tempo e reduz o espaço necessário que um movimento à extração convencional necessitaria. No entanto, não tem aplicabilidade em 100% dos moldes porque este mecanismo, neste momento, está pré-definido para extrações para uma altura de 100 ou 125 mm. (Cumsa, 2017).



Figura 51 – *Double rack* da Cumsa (DT IGM, 2018), (Cumsa, 2017)

2.2.9.7 Movimento submarino com cunha e corredeira

Os movimentos submarinos com cunha e corredeira (Figura 52) têm uma aplicabilidade específica, já que são aplicáveis praticamente apenas em molde com pré-abertura. Ao dar-se a pré-abertura, a cunha faz o acompanhamento deste primeiro movimento, fazendo com que o submarino deslize na corredeira e seja sustentado por uma segunda cunha, dando-se assim a desmoldagem da contra saída antes da abertura do molde (Grupo Simoldes, 2017).

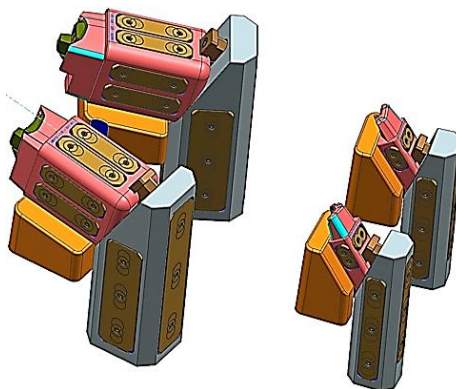


Figura 52 – Movimentos com cunha e corredeira (DT IGM, 2018)

2.2.9.8 Movimentos com cames

Os movimentos com cames (Figura 53) são aplicados caso seja necessário a desmoldagem com duas inclinações diferentes e para controlar os movimentos na posição de desmoldagem, através de controladores de fim de curso.

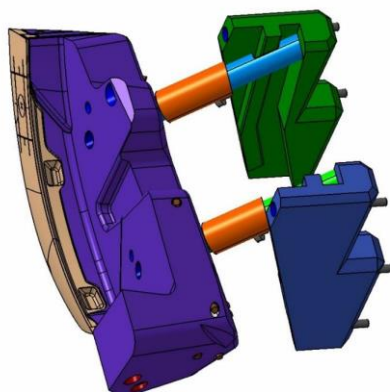


Figura 53 – Movimento com cames (DT IGM, 2018)

2.3 Segurança, transporte e manuseamento

Para haver segurança no transporte e manuseamento, é necessário colocar uma barra de segurança pintada a vermelho e com identificação do molde no lado do operador (Figura 54). Caso seja um molde de grandes dimensões, poderá ser colocada uma segunda barra no lado oposto ao operador, sendo necessária a aplicação de uma chapa de alerta (Figura 54) e à vista do operador, para evitar acidentes. (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017).



Figura 54 – Barra de segurança (O) e chapa de alerta (□) de uma segunda barra no lado oposto (DT IGM, 2018)

Todas as placas de estrutura do molde, assim como os acessórios pesados (aconselhado para massas superiores a 10 kg), devem conter olhais (Figura 55), tanto para transporte como para manuseamento (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017).



Figura 55 – Bloco de aço com olhais de transporte e manuseamento (IGM, 2018)

Todavia, o molde deverá possuir pés de forma a garantir que o lado da cavidade (Figura 56), o lado do macho e o próprio molde, fiquem em segurança e equilíbrio, quando apoiados no chão da fábrica.



Figura 56 – Cavidade de um molde apoiada pela placa de encosto e pelos pés (IGM, 2018)

2.4 Dimensionamento no projeto de moldes para injeção de polímeros

O dimensionamento de todos os constituintes do molde é muito importante porque acarreta custos envolvidos no fabrico do molde, como nos tempos de concretização. A minimização de alterações a realizar em fases finais no molde deve-se, em grande parte, a um bom dimensionamento.

2.4.1 Cálculo da força de fecho nas máquinas de injeção

O cálculo da força de fecho é de extrema importância para uma correta seleção da capacidade da máquina de injetar. Esta força tem a função de manter o molde fechado durante a injeção e pode ser determinada através da seguinte expressão (Sandretto, 2015):

$$F = \frac{A_p \times P_i \times K_m \times N_{cav} \times CS}{1000} \quad (1)$$

Onde:

F – Força de fecho [N];

A_p – Área projetada [mm²];

P_i – Pressão de injeção [Mpa];

K_m – Constante relativa ao material usado;

N_{cav} – Número de cavidades;

CS – Coeficiente de segurança (entre 1,10 e 1,15).

2.4.2 Dimensionamento dos calços

Para dimensionar corretamente os calços (Figura 57), é necessário saber quais as tensões a que estes estão sujeitos (Harada, 2004):

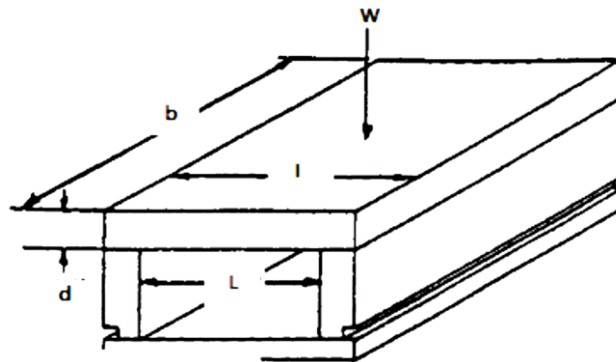


Figura 57 – Dimensionamento dos calços (Harada, 2004)

$$\sigma_{adm} = \frac{WL}{8Z} \quad (2)$$

$$Z = \frac{B \times d^2}{6} \quad (3)$$

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (4)$$

Onde:

W – Força aplicada [N];
 σ – Tensão [Mpa];
 σ_{adm} – Tensão admissível [Mpa];
 L – Distância entre calços [mm];
 Z – Módulo de resistência à flexão [mm³];
 A – Área [mm²];
 B – Comprimento da placa [mm];
 C – Largura da placa [mm];
 d – Espessura da placa [mm];

2.4.3 Dimensionamento dos extratores

Para o dimensionamento de extratores, aplica-se o critério de *Euler* (Rosato, 2012):

$$F = \frac{m \pi^2 E I}{L^2} \quad (5)$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \quad (6)$$

Onde:

E – Módulo de Young [Mpa];
 F – Força a que o extrator está sujeito [N];
 I – Momento de inércia à flexão [mm⁴];
 L – Comprimento do extrator [mm];
 m – Constante;
 r – Raio do extrator [mm].

2.4.4 Cálculo da força de extração

A força de extração necessária para a remoção da peça moldada e contraída, pode ser determinada pela seguinte expressão (Rosato, 2012):

$$Fe = \frac{St E A \mu}{d \left(\frac{d}{2t} - \frac{d}{4t} \nu \right)} \quad (7)$$

$$St = (\alpha \Delta T) d \quad (8)$$

Onde:

- A – Área de contacto entre a peça e o molde [mm²];
- d – Diâmetro do círculo equivalente ao perímetro da cavidade [mm];
- E – Módulo de Young [Mpa];
- Fe – Força extração [N];
- St – Contração térmica do plástico relativamente ao diâmetro [mm];
- t – Espessura da peça [mm];
- α – Coeficiente de expansão térmica [K⁻¹];
- ΔT – Diferença de temperatura entre a injeção e a extração da peça [K];
- μ – Coeficiente de atrito entre o plástico e o aço;
- ν – Coeficiente de Poisson do plástico.

2.4.5 Cálculo do tempo de arrefecimento da peça

O tempo de arrefecimento varia entre 50 a 75% do tempo de ciclo, tendo uma extrema importância. É muito importante conseguir reduzi-lo ao mínimo, sabendo as propriedades dos materiais (Tabela 3). Para calcular esse tempo usa-se a seguinte expressão (Glanvil & Denton, 1970):

$$\theta = \frac{-t^2}{2\pi\alpha} \cdot \log\left[\frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{T_x - T_m}{T_c - T_m}\right)\right] \quad (9)$$

Onde:

- t – Espessura da peça [cm];
- T_c – Temperatura do cilindro [°C];
- T_m – Temperatura do molde [°C];
- T_x – Temperatura de extração da peça [°C];
- α – Difusividade térmica [cm²/s];
- θ – Tempo mínimo de arrefecimento [s].

Tabela 3 – Propriedades térmicas de alguns polímeros

	k	ρ	C_p	α^2	α_p^2	T_x
Polipropileno	3,3	0,91	0,46	7,9	1,23	90
Acrílico	5,0	1,18	0,35	12,1	1,88	85

Poliamida	5,5	1,1	0,4	12,5	1,96	160
Polietileno de baixa densidade	8,8	0,92	0,55	15,8	2,45	60
Polietileno de alta densidade	3,0	0,96	2,0	1,56	0,242	90

Onde:

k – Condutividade térmica [W/m/K];

ρ – Densidade [g/cm³].

C_p – Calor específico [cal/°C/g];

α^2 – Difusividade¹ térmica [cm²/s/10⁻⁴];

α_ρ^2 – Difusividade¹ térmica [pol²/s/10⁻⁴];

T_x – Tempo mínimo de arrefecimento [°C];

2.4.6 Cálculo do caudal do fluido de arrefecimento

O cálculo de fluido necessário ao arrefecimento do molde poderá ser calculado com recurso à seguinte expressão (Harada, 2004):

$$q = \dot{m} [C_p (T_1 - T_2) + L] \quad (10)$$

Onde:

C_p – Calor específico do material plástico [kcal/kg°C];

L – Calor latente de fusão [kcal/kg];

$\dot{m}$ – Quantidade de material injetado por segundo [kg/s];

q – Quantidade de calor retirada [kcal/s];

T_1 – Temperatura de injeção do material [°C];

T_2 – Temperatura do molde [°C].

2.4.7 Considerações e dimensionamento da espessura mínima da cavidade

A cavidade deverá ter uma espessura que assuma um compromisso entre o aço, os circuitos de refrigeração e os demais acessórios. A espessura mínima da cavidade pode ser calculada pela seguinte expressão (Harada, 2004):

¹ Valor aproximado, com base em $\alpha = k\rho C_p$

$$t = \frac{5 W L^4}{32 E y h}^{1/3} \quad (11)$$

$$W = P h \quad (12)$$

Onde:

- E – Módulo de Young [Mpa];
- h – Altura da cavidade [mm];
- L – Comprimento da cavidade [mm];
- P – Pressão na cavidade [Mpa];
- t – Espessura mínima da cavidade [mm];
- W – Carga na face lateral da cavidade [N/mm];
- y – Deflexão permitida pela parede da cavidade [mm].

2.5 Componentes normalizados para aplicações em moldes

Atualmente, é cada vez mais comum o uso de componentes normalizados devido à saturação de trabalho na indústria de moldes. Desta maneira, consegue-se combater as pressões inerentes aos prazos estabelecidos para cada projeto, assim como reduzir custos. Nos dias de hoje, existe uma grande variedade de componentes normalizados para as mais variadas áreas do molde, como por exemplo:

- Estrutura;
- Refrigeração;
- Extração;
- Injeção;
- Sensores e fichas elétricas.

2.5.1 Estrutura

No mercado atual, existem estruturas de moldes comercializadas em bloco, onde é quase unicamente necessário maquinar as gravações e movimentos do macho e cavidade (Figura 58).



Figura 58 – Estrutura normalizada (*standard*) (Meusburger, 2017)

2.5.2 Refrigeração

Para uma fácil e rápida aplicação, existem componentes normalizados como engates rápidos, palhetas, ligações múltiplas, tacos, bujões ou O-rings (Figura 59).



Figura 59 – Acessórios de refrigeração (Mouldshop)(Staubli, 2017)

2.5.3 Extração

Acessórios de extração, normalmente guias, casquilhos (Rabourdin, 2017 e DME, 2017), (Figura 60), extratores, pernos de retorno (Hasco, 2017) e cilindros hidráulicos (HPS, 2017) (Figura 61) são usados em mais de 90% dos moldes (Grupo Simoldes, 2017). Os carrinhos de deslocamento (Figura 62) dos movimentos à extração (Sankyo, 2017) nem sempre são usados e, além disso, tem-se a alternativa dos acessórios DR (Cumsa, 2017).



Figura 60 – Acessórios *standard* (DME, 2017)



Figura 61 – Cilindros hidráulicos (HPS, 2017)



Figura 62 – Carrinho (Sankyo, 2017)

2.5.4 Injeção

O sistema de injeção de um molde é um acessório simples (Figura 63) ou complexo (Figura 64), dependendo do molde.



Figura 63 – Bico simples *standard* (Synventive, 2017)



Figura 64 – Sistema não *standard* (Synventive, 2017)

2.5.5 Sensores e fichas elétricas

Os sensores e fichas elétricas nos moldes, são geralmente usados para o controlo de deslocamentos, como o caso do avanço e recuo da extração, moldagem e desmoldagem executados por movimentos (Baluf, 2017 e Harting, 2017). As fichas elétricas (Figura 65) permitem a ligação destes sensores chamados de *micro-switches* (Figura 66) ao circuito elétrico da máquina de injeção.



Figura 65 – Caixas e fichas elétricas (Harting, 2017)



Figura 66 – Micro-switches (Balluff, 2017)

2.6 Texturização do molde

A texturização é uma das tecnologias usadas para modificar a superfície de uma peça concebida por injeção. Tem como uma das grandes líderes mundiais a empresa Mold-Tech. Porém, antes da texturização do molde, deverá ser feito um polimento para suprimir todas as marcas de maquinação e de erosão. Os objetivos deste processo são os fins decorativos, técnicos e funcionais. É bastante usado na indústria automóvel, em peças visíveis, normalmente peças do interior do veículo (Mold-Tech, 2017).

Presentemente, a texturização de ferramentas para a moldagem de plásticos baseia-se fundamentalmente em cinco tecnologias (Mold-Tech, 2017):

- Texturização de granalhas abrasivas;
- Texturização por eletroerosão;
- Texturização por fresagem a alta velocidade;
- Texturização por maquinação a laser;
- Texturização química.

A tecnologia usada na indústria automóvel é a texturização química. É muito importante ter em conta várias operações que não se devem fazer nas zonas de texturização:

- Cromagem;
- Nitruração;
- Soldadura;
- Tratamentos químicos.

Esta tecnologia permite obter formatos e gerar desenhos em relevo característicos em peças visíveis (Figura 67), dando uma maior visibilidade e atração ao veículo. A textura embeleza significativamente as peças plásticas (Figura 68).



Figura 67 – Painel de porta projetado na IGM (DT IGM, 2018)



Figura 68 – Detalhe da textura na zona do puxador do painel de porta (DT IGM, 2018)

2.6.1 Placa testemunho de textura

Os moldes que necessitem de textura, devem possuir na cavidade (Figura 69), um alojamento testemunho da textura, ou seja, é maquinado um retângulo ou quadrado (Figura 70) com medidas indicadas pelo cliente e depois executada a textura nesse alojamento, aquando da execução na zona de gravação (Gupo Simoldes Plastic Division, 2017).

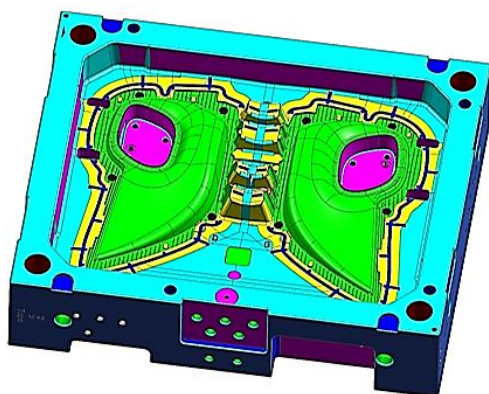


Figura 69 – Cavidade, zonas visíveis das peças a texturar (DT IGM, 2018)

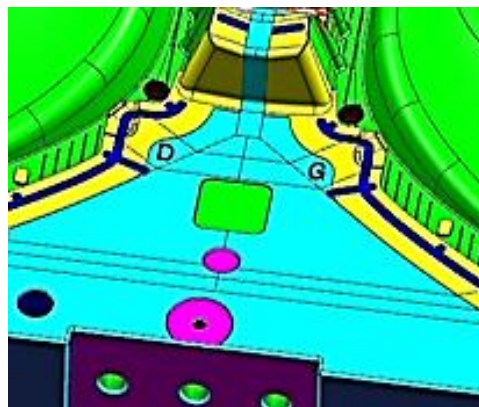


Figura 70 – Placa testemunha de textura entre peças (DT IGM, 2018)

A função da placa testemunha de textura (Figura 70) é a realização da comparação de desgastes, isto é, ao fim de um determinado tempo, serão executadas medições rigorosas na zona de gravação e comparadas com medições na placa testemunha de textura, a qual não sofre qualquer tipo de desgaste. Feitas estas medições, serão tomadas as decisões necessárias mediante os resultados obtidos (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017).

2.7 Materiais para construção de um molde

Na construção de moldes para injeção de plástico, é necessário executar um estudo prévio sobre os materiais a aplicar e pensar na função que será desempenhada por esse material, de forma a conjugar fiabilidade/preço/qualidade. Na indústria atual, o cliente apresenta uma FEM (ver anexo 6.3), a qual identifica os materiais a usar durante a construção, no entanto, não é obrigatório seguir à risca esta informação, já que existem materiais equivalentes. Contudo, o uso de materiais com propriedades inferiores às indicadas não é permitido (Grupo Simoldes Plastic Division, 2017).

Num molde para injeção de plástico, existe uma elevada pressão de injeção e força de fecho, logo, é necessário contrariar estes esforços. Devido aos milhares de ciclos a que estarão sujeitos durante o tempo de vida útil, o uso de materiais adequados é fundamental para uma maior durabilidade e performance dos mesmos.

Para uma seleção eficiente, devem-se ter em consideração os seguintes fatores:

Disponibilidade no mercado: é extremamente importante a disponibilidade quase imediata do material, os prazos da conceção dos moldes são cada vez mais curtos, perdem-se e ganham-se clientes por este fator.

Elevado ponto de fusão: o material do molde, dependendo da sua localização e função, deverá exibir a capacidade de suportar o ponto de fusão dos polímeros injetados sem perder propriedades.

Processo de fabrico: o aço deve admitir boa maquinaria, soldadura quando necessário e bom acabamento

Qualidade superficial: o polimento tem um papel fundamental neste fator, deverá ser um polimento rigoroso, principalmente nas superfícies de gravação da parte visível.

Resistência a esforços: boa seleção do material que suporta os esforços, assim como daqueles que auxiliam nessa função.

Resistência ao desgaste: os aços selecionados para componentes deslizantes devem permitir tratamentos térmicos para combater o desgaste.

2.8 Estudo de enchimento

Hoje em dia, as peças são cada vez mais complexas e, devido às dificuldades que apresentam na construção do molde, são criadas novas ferramentas para ajudar no desenvolvimento do mesmo. Foram desenvolvidos *softwares* de simulação do processo de injeção (CAE – *Computer Aided Engineering*), como tempo de enchimento (Figura 71), temperatura da zona frontal de avanço do material, deformações previstas, pressão de injeção (Figura 72), força de fecho (Figura 73) entre outros, ou seja, possibilitam prever o comportamento que o material plástico admite aquando a injeção (Finger & Dixon, 1989). A utilização deste tipo de *software*, funciona

como ferramenta de prevenção, assim como de otimização de processos. Normalmente, o estudo *moldflow* é fornecido pelo cliente.

Um exemplo de uma análise de peça (molde projetado e concebido na IGM) num *software* CAE, mais precisamente no *Moldflow* da Autodesk, pode ser observado nas imagens seguintes:

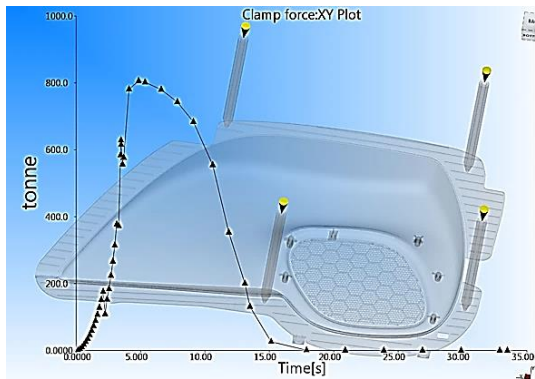


Figura 71 – Força de fecho e respetivo tempo (DT IGM, 2018)

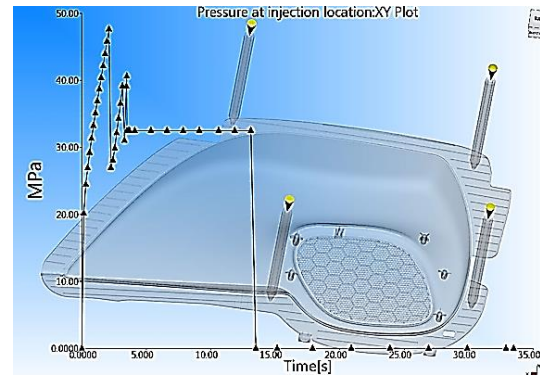


Figura 72 – Pressão de injeção e respetivo tempo (DT IGM, 2018)

Para a mesma peça, é possível observar o enchimento de forma homogênea nas figuras seguintes:

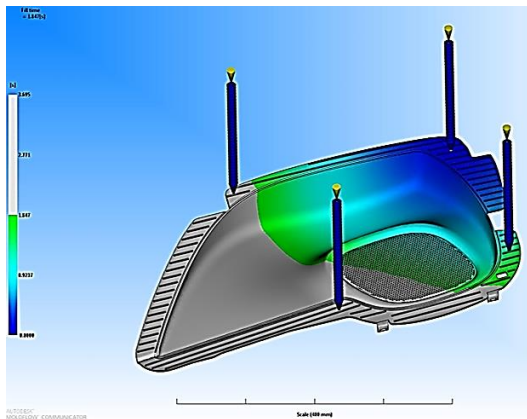


Figura 73 – *Software* a correr com a simulação de enchimento da peça (DT IGM, 2018)

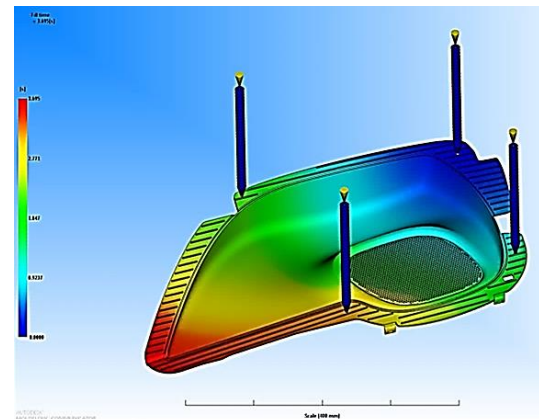


Figura 74 – Enchimento da peça finalizado e respetivo tempo (3,695s) (DT IGM, 2018)

2.9 Polímeros

Nos dias de hoje é complicado viver sem os polímeros, visto que estão presentes em todo lado e são utilizados em todas as áreas das atividades humanas, principalmente nas indústrias de automóveis, de embalagens, entre outras (Marques, 2017).

Os polímeros dividem-se em três categorias: termoplásticos, termoendurecíveis e elastômeros, sendo que os termoplásticos têm um papel muito mais importante e ativo na indústria dos moldes (Marques, 2017 e Moura, 2005). Contudo, tratando-se do projeto de um molde para injeção de um termoplástico, será apenas abordada a categoria dos termoplásticos.

Os termoplásticos são vulgarmente designados por plásticos, são a maior parte dos polímeros comerciais. São formados a partir de macromoléculas individuais lineares sem reticulações entre si, sendo mantidas nas suas posições devido às ligações secundárias. Quando os polímeros termoplásticos aquecem, estas ligações são quebradas temporariamente passando a existir mobilidade molecular, o que permite a reconformação. Posteriormente, com o arrefecimento, as moléculas “congelam” nas posições alcançadas, restabelecendo-se as ligações secundárias. Os termoplásticos têm com vantagem possuírem a característica de poderem ser fundidos várias vezes. Alguns são recicláveis, podendo ser dissolvidos em vários solventes. As suas propriedades mecânicas alteram conforme o tipo de plástico, sob temperatura ambiente, podem ser maleáveis, rígidos ou mesmo frágeis. Em geral e analogamente aos termoendurecíveis, os termoplásticos evidenciam-se por apresentarem maior tenacidade, maior resistência ao impacto e bastante menor higroscopicidade. Existem diferentes termoplásticos como o polipropileno (PP), poliamida (PA), policarbonato (PC), politereftalato de etileno (PET), policloreto de vinilo (PVC), poliacetal (POM), polietileno (PE), acrilonitrilo butadieno estireno (ABS), entre outros (Marques, 2017 e Moura, 2005).

2.9.1 Reforços

Os materiais de reforço servem para dar o nível de dureza pretendido a um polímero; são vários, desde fibras de vidro, fibras de carbono, fibras de aramida a fibras de boro, entre outros tipos de reforços. Todavia, as fibras de vidro são o tipo de reforço mais utilizado. Normalmente, produzidas por estiramento de vidro fundido através de uma fieira em liga de platina-ródio com orifícios de dimensões precisas. A sua temperatura de fusão anda em torno dos 1260° (Moura, 2005).

2.9.2 Comportamento dos polímeros durante a injeção

Os polímeros percorrem os canais de injeção e envolvem as paredes do molde, originando uma camada que congela devido à velocidade de escoamento. Essa camada endurecida é designada por camada congelada (Figura 75). Porém, uma velocidade reduzida de escoamento origina uma camada mais espessa, diminuindo a passagem central dos polímeros e ampliando a pressão necessária para a circulação da massa polimérica (Campo, 2006).

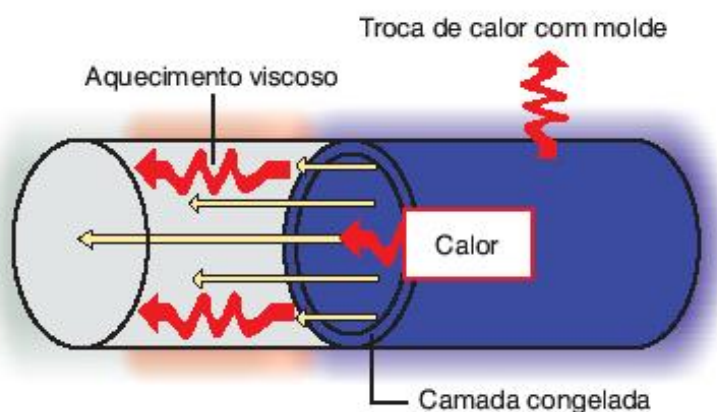


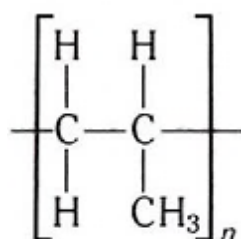
Figura 75 – Escoamento do material ao longo do molde (Reinert, 2017)

O fluxo limitado de massa provoca elevadas taxas de corte no polímero à medida que as cavidades do molde ficam preenchidas e, conseqüentemente, pressões de injeção elevadas. Para contrariar este fenómeno, é imprescindível o uso de temperaturas superiores de fusão e uma maior velocidade de fluxo de fusão, para garantir linhas de soldadura com qualidade. Contudo, este aumento de temperatura e de velocidade tem de ser controlado visto que, quanto maior for a velocidade do fluxo de fusão, menor será a resistência ao impacto e o uso de temperaturas elevadas poderá resultar em degradação do polímero (Campo, 2006).

A elevada taxa de corte produz ainda outros efeitos que afetam significativamente o desempenho dos polímeros, as moléculas ficam alinhadas segundo a orientação e direção do fluxo. Na maioria dos casos, o efeito não é desejável, porque a força na perpendicular à direção do fluxo é reduzida e a peça tem tendência a quebrar ao longo da linha de fluxo e, naturalmente, originar deformações na peça moldada (Campo, 2006).

2.9.3 O Polipropileno

O polipropileno (Figura 76), conhecido pela abreviatura PP, obtém-se a partir do propileno extraído do gás do petróleo. É um material termoplástico incolor. Para além disso, é um material duro e está dotado de uma boa resistência ao choque e à tração, apresentando também excelentes propriedades elétricas e uma grande resistência aos agentes químicos e solventes à temperatura ambiente.



Polipropileno

Figura 76 – Estrutura do polipropileno (Smith, 1998)

Atualmente, este termoplástico é bastante usado na indústria automóvel devido as suas características físicas e mecânicas. Normalmente é usado com uma certa percentagem de vidro (20% a 30%) (Rosato, 2000).

2.9.3.1 Processamento

A qualidade do processamento deste material pode variar devido a vários fatores, tais como (Kalay & Bevis, 1997):

- Máquina de injeção;
- Geometria da peça;
- Características do material.

Na tabela seguinte apresentam-se valores indicativos relativamente aos parâmetros de injeção.

Tabela 4- Parâmetros de processamento do PP (LyondellBasell, 2016)

Parâmetros de processamento do PP	
Pressão de injeção	4 a 10 Mpa
Segunda pressão	75 a 80% da pressão de injeção
Temperatura no bico	232°C
Temperatura do material fundido	216 a 232° C
Temperatura do molde	30°C
Temperatura na zona de alimentação	204°C
Temperatura na zona de compressão	218°C
Temperatura na zona de dosagem	232°C

2.9.3.2 Aplicações

A figura seguinte representa algumas das aplicações mais comuns do PP, associadas à indústria automóvel.

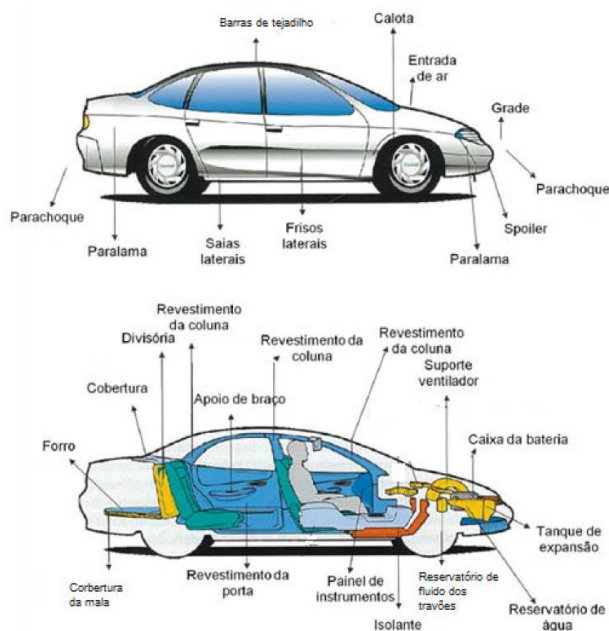


Figura 77 – Aplicação de PP no automóvel (Petry, 2011)

De notar que as aplicações se destinam tanto ao interior como ao exterior do veículo. No entanto, as aplicações do PP não se restringem apenas a aplicações na área da indústria automóvel, possuindo um vasto campo de aplicações, tais como:

- Embalagens alimentares, copos, tabuleiros;
- Extrusão de fibra;
- Mobiliário: cadeiras e mesas de jardim;
- Utensílios domésticos: recipientes de armazenamento, caixas;
- Embalagens industriais: garrafas para detergentes, baldes;
- Cápsulas e tampas;

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Objetivos específicos do trabalho prático

O desenvolvimento que se segue tem como objetivo o projeto de um molde de duas placas para a injeção de duas peças plásticas para a indústria automóvel. Ao desenvolver o projeto com o *software* CAD (*Computer Aided Design*) de alto nível (*Unigraphics NX*), pretende-se otimizar a evolução de todo o molde, certificando-se oportunamente do aparecimento de possíveis inconvenientes, reduzindo o número de correções a realizar no molde e respetivos custos, após o ensaio do mesmo.

3.2 Caracterização da empresa

A IGM – Indústria Global de Moldes, S.A. (Figura 78) é uma das empresas do grupo Simoldes, que se localiza na zona industrial de Santiago da Riba Ul, concelho de Oliveira de Azeméis, distrito de Aveiro.



Figura 78 – IGM

3.2.1 O Grupo Simoldes

O Grupo Simoldes foi fundado em 30 de novembro de 1959, liderado pelo Comendador António da Silva Rodrigues, através da Simoldes Aços e da escola do Grupo Simoldes em Oliveira de Azeméis. Atualmente, é constituído por mais de 20 empresas geridas pela família Rodrigues; além do Comendador, também pela sua esposa e filho, respetivamente Maria Aldina Fernandes Valente e Rui Paulo Valente Rodrigues, participam na gestão, cujo negócio assenta em duas segmentações distintas – Moldes e Plásticos, empregando cerca de 4362 colaboradores, os quais estão distribuídos pelas empresas, como mostra a figura seguinte (Grupo Simoldes, 2017):

Nº de Colaboradores Grupo Simoldes 31.12.2016			
Divisão de Aços		Divisão de Plásticos	
SIMOLDES AÇOS	233	SIMOLDES PLÁSTICOS	851
MDA	313	PLASTAZE	310
IMA	164	INPLÁS	365
IGM	115	SP Polska	448
MECAMOLDE	59	SP France	264
ULMOLDE	70	SP France Engineering	11
ACS Alemanha	23	SP Deutschland Engineering	8
ACS França	2	SP Brasil (Curitiba – Paraná)	227
ACS Ibérica	3	SP Indústria (Caçapava - S. Paulo)	265
ACS Argentina	20	SP España	2
UPSA	40	SP Czech	397
SA Brasil	172	Total	3148
Total	1214		
Total Colaboradores Grupo Simoldes			
4362			

Figura 79 – Número de colaboradores do Grupo Simoldes (Manual de Acolhimento Grupo Simoldes, 2017)

O Grupo Simoldes iniciou a sua atividade como fabricante de artigos domésticos e brinquedos. Posteriormente, na década de 70, o Grupo começou a fabricar moldes para a indústria automóvel europeia, especificamente para países como França e Suécia, e clientes como a Volvo, a Saab e a Renault. Atualmente, cerca de 99% do trabalho do grupo destina-se à indústria automóvel (Grupo Simoldes, 2017).

Ao longo de mais de meio século de existência, o grupo tem contribuído de forma preponderante para o atual posicionamento do setor, globalizando o seu mercado, fortalecendo e dignificando a imagem da indústria portuguesa a nível internacional (Figura 80). Este sucesso alcançado pelo setor tem sido assegurado através do seu desenvolvimento tecnológico, do correto planeamento da produção e controlo de qualidade, da modernização constante dos equipamentos em utilização, do investimento na formação profissional e pela crescente procura externa, motivada por uma relação qualidade/preço/prazos de fornecimento competitiva (Neto, 2014 e Grupo Simoldes, 2017).

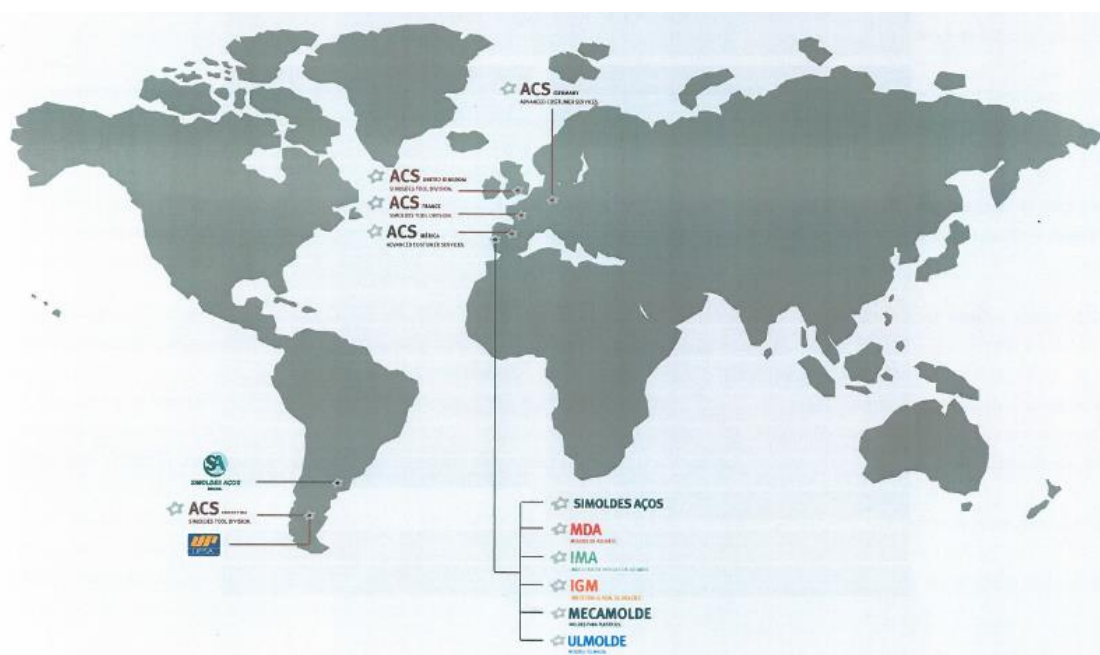


Figura 80 – Tool Division na Europa e América do Sul (Manual de Acolhimento Grupo Simoldes, 2017)

Aliado a uma equipa jovem e dinâmica, a divisão de moldes do Grupo produz e exporta para mais de 30 países, dos quais se destacam: França, Alemanha, Espanha, Suécia, Bélgica, Reino Unido, Suíça, Irã e Turquia. É considerada atualmente a maior construtora de moldes a nível europeu e um exemplo deste setor de atividade (Grupo Simoldes, 2017).

Tratando-se de uma indústria de precisão e face às exigências pouco comuns do segmento alvo, o Grupo Simoldes, contrariando a tendência de formar uma única e grande empresa fabricante de moldes para injeção, optou pela criação de várias unidades de produção independentes, com a mesma atividade, mas com um número limitado, quer de empregados, quer de capacidade de produção, flexibilizando assim a sua atividade e capacidade de adaptação às exigências de cada mercado (Grupo Simoldes, 2017).

Face à importância de alguns países para o grupo, o recurso a uma estrutura de fornecimento de serviços, melhorando a comunicação, quer verbal quer cultural, foi a estratégia adotada para colmatar a distância geográfica existente (Figura 81). Nesse contexto, na Alemanha, na França, na Inglaterra, na Escandinávia e em Espanha, mercados de grande importância para o grupo, foram instaladas dependências comerciais (*Advanced Customer Services* ou ACS), dirigidas por um *staff* qualificado e oriundo dos respetivos países, com competência para desempenhar funções técnicas e comerciais. Esta abordagem tem como objetivo promover uma maior reatividade face às exigências dos mercados, bem como ultrapassar, de um modo eficaz, possíveis barreiras culturais (Grupo Simoldes, 2017).



Figura 81 – Várias empresas do Grupo Simoldes (Grupo Simoldes, 2017)

3.2.2 A empresa IGM

A IGM possui neste momento 115 colaboradores, distribuídos entre os vários setores: administrativos, produção, técnicos e de apoio. A empresa funciona como um *job shop*, isto é, os produtos podem circular por várias máquinas/setores, sofrerem operações e voltarem a repetir os mesmos sítios para operações posteriores.

3.3 Projeto do molde: fase preliminar – receção dos ficheiros de peças

As peças que se pretendem produzir (Figura 82) são destinadas ao novo Citroen D34 e ao Peugeot P24. Serão colocadas na zona interior, da parte traseira do carro.

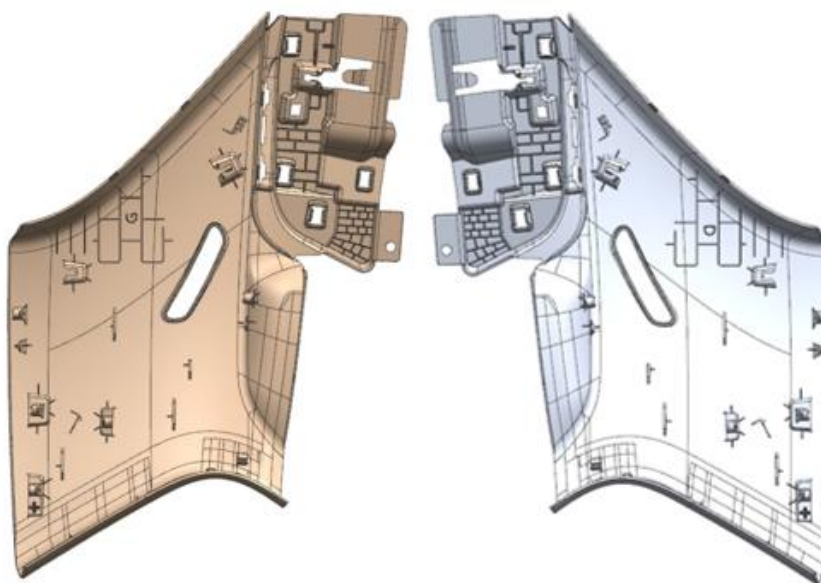
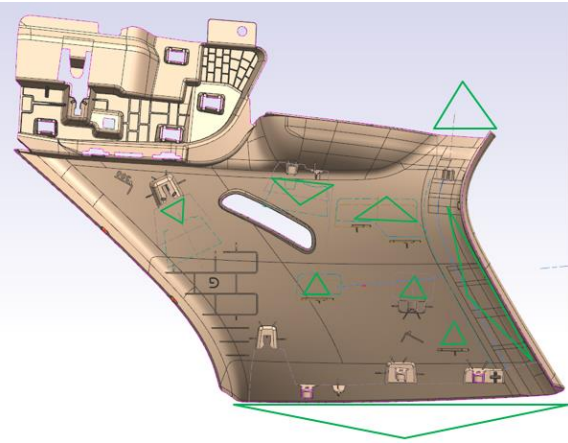
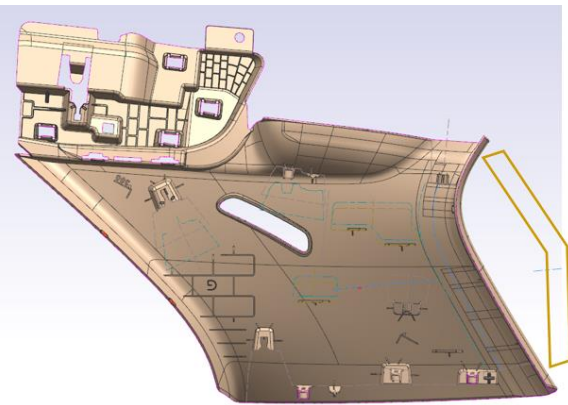
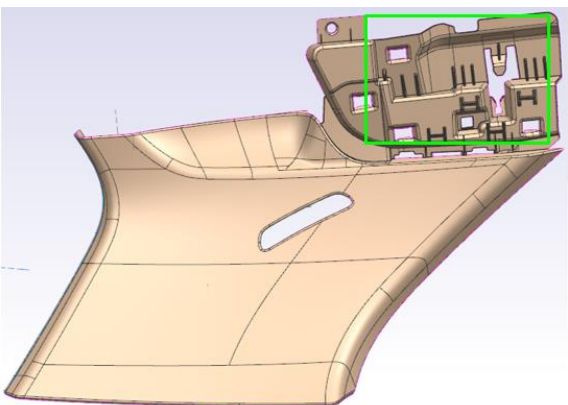


Figura 82 – Peças a produzir: peça esquerda (esquerda) e peça direita (direita)

Na tabela 5 são apresentadas particularidades da peça, assim como os movimentos previsivelmente necessários para a sua gravação e correta extração.

Tabela 5 – Particularidades da peça esquerda

Peça Esquerda	
	É necessário realizar vários movimentos à extração no sentido das setas a verde para desmoldar as contra saídas.
	É necessário conceber um movimento mecânico para a desmoldagem da parte da peça assinalada a castanho.
	É necessário a aplicação de um postigo no retângulo a verde assinalado devido aos frisos da peça.

A peça direita é semelhante à peça esquerda, tendo apenas uma pequena diferença (Figura 83). Porém, no que toca à análise de peça, as particularidades das peças são iguais.

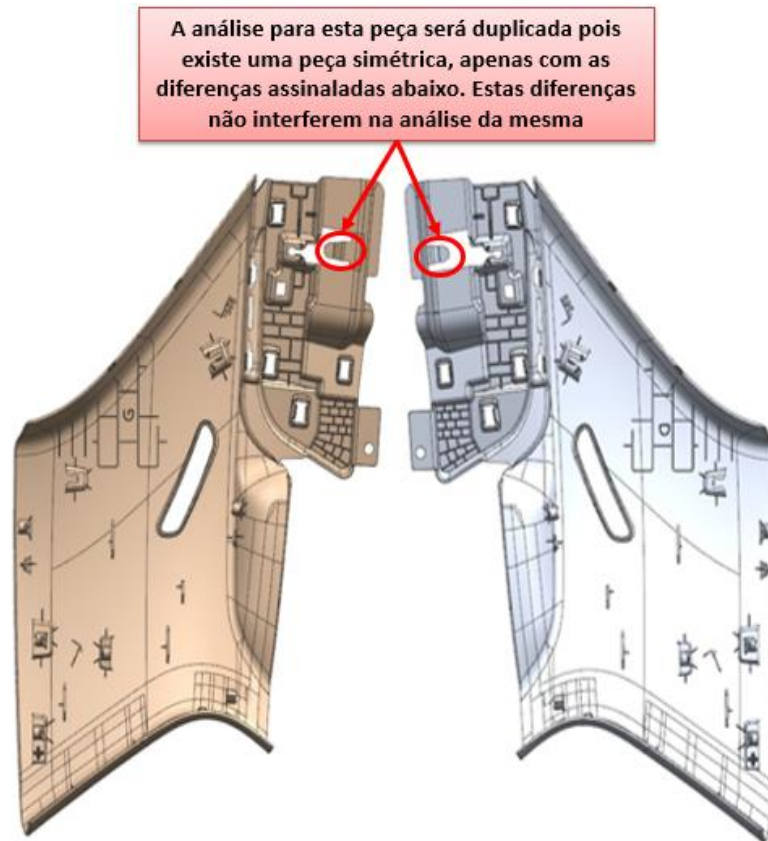


Figura 83 – Diferença entre a peça esquerda e peça direita

3.3.1 Alterações à peça

Após uma análise cuidadosa, não se verificou a necessidade de propor alterações nas peças para otimização das mesmas. Estas alterações quando são necessárias têm o intuito de facilitar a construção do molde, tanto a nível mecânico como cinemático. As alterações são propostas ao cliente e só se tornarão válidas após *feedback* positivo e receção de novos ficheiros.

3.3.2 Desenho preliminar, aplicação prática das conclusões da análise de peça e respetiva apresentação ao cliente

O desenho do preliminar consiste em projetar um molde para aprovação funcional, assim como para aprovação de aços.

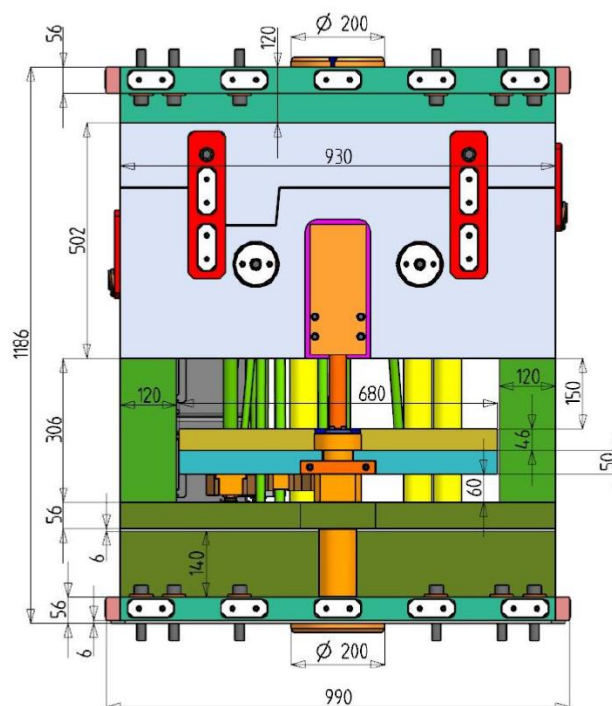


Figura 84 – Molde preliminar

Foram aprovadas (Figura 84), mas também sugeridas várias alterações pelo cliente durante a apresentação do preliminar, como ilustra a figura seguinte:

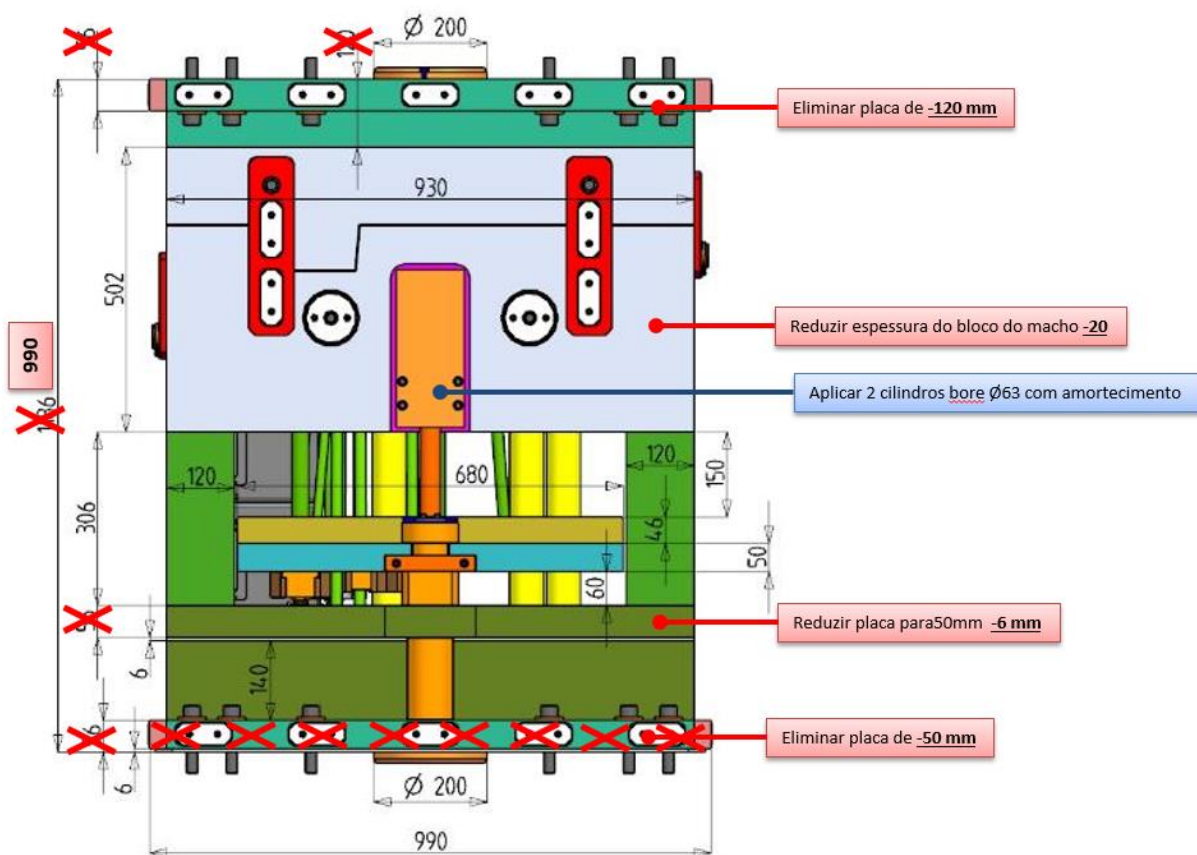


Figura 85 – Alterações no molde pelo cliente

Com a remoção da placa de encosto será necessário realizar rasgos laterais para o aperto do molde à máquina (Figura 86).

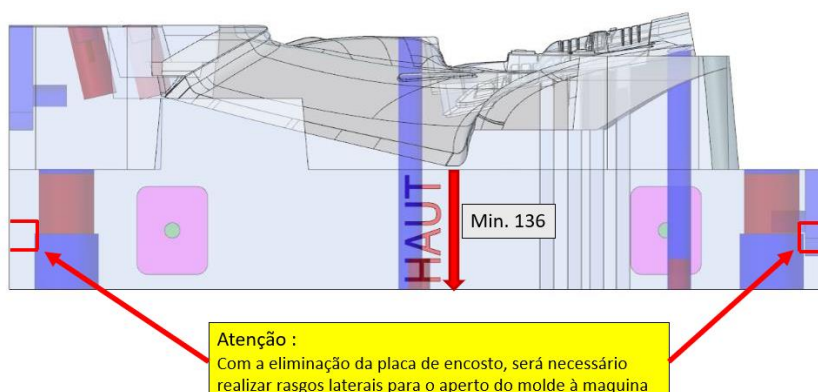


Figura 86 – Posição dos rasgos no molde para aperto à máquina

A altura de extração adequada para a desmoldagem total dos mecanismos é de 150 mm (Figura 87), sendo a mesma aprovada na apresentação do preliminar.

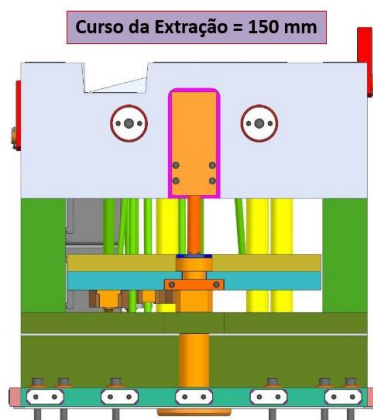


Figura 87 – Curso de extração

O cliente também sugeriu que alguns dos movimentos à extração fossem refrigerados (Figura 88):

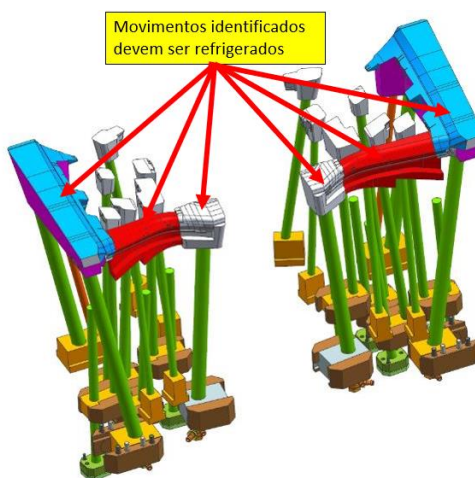


Figura 88 – Movimentos à extração

Por fim, foram aprovadas as dimensões máximas dos blocos de aço, o porta-machos e o porta-cavidades (Figura 89), tendo o OK para a encomenda destes aços.

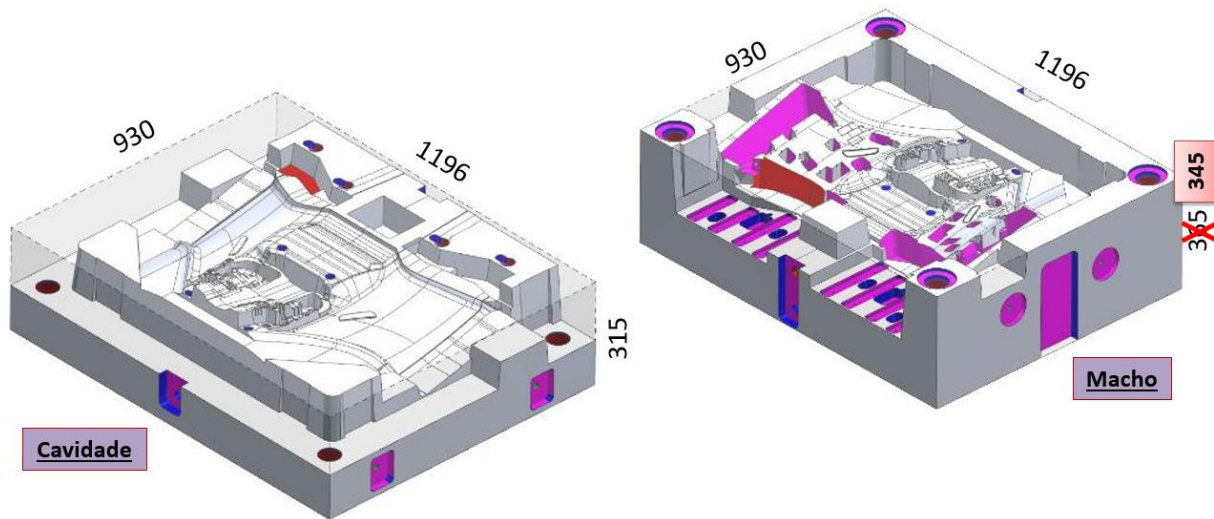


Figura 89 – Dimensões máximas dos blocos de aço

Porém, é necessário realizar a simulação da abertura do molde nas máquinas de injeção exigidas pelo cliente (Figuras 90 e 91):

SIMULAÇÃO DA REMOÇÃO DA PEÇA

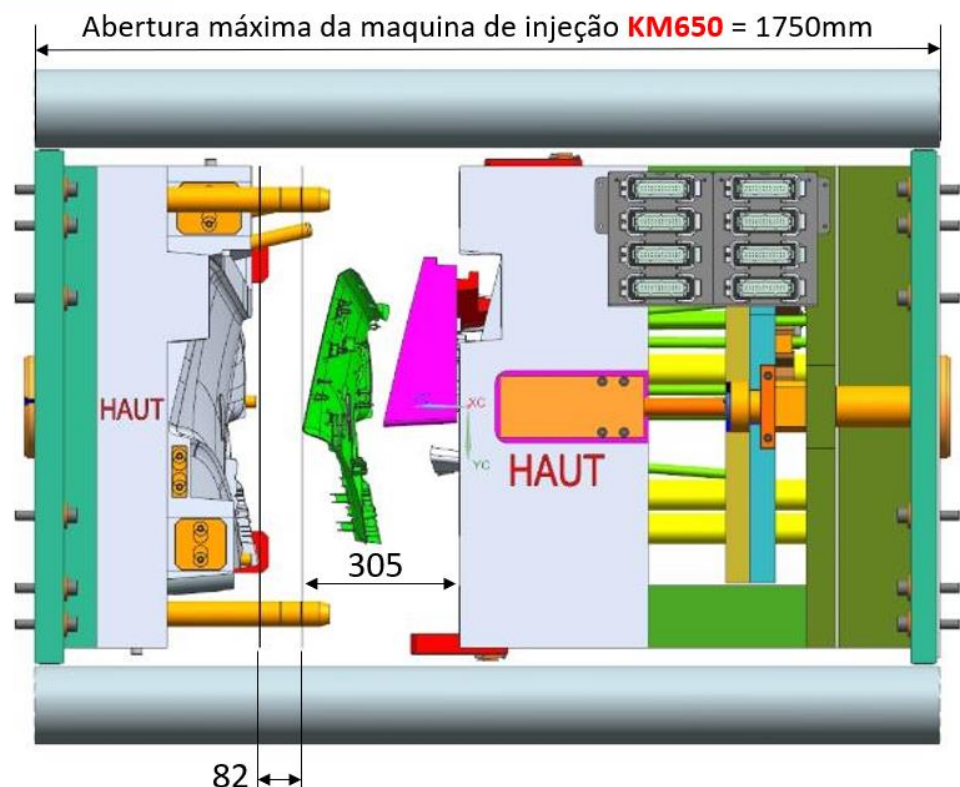


Figura 90 – Simulação na máquina de injeção KM650 (Força de fecho = 650 toneladas)

SIMULAÇÃO DA REMOÇÃO DA PEÇA

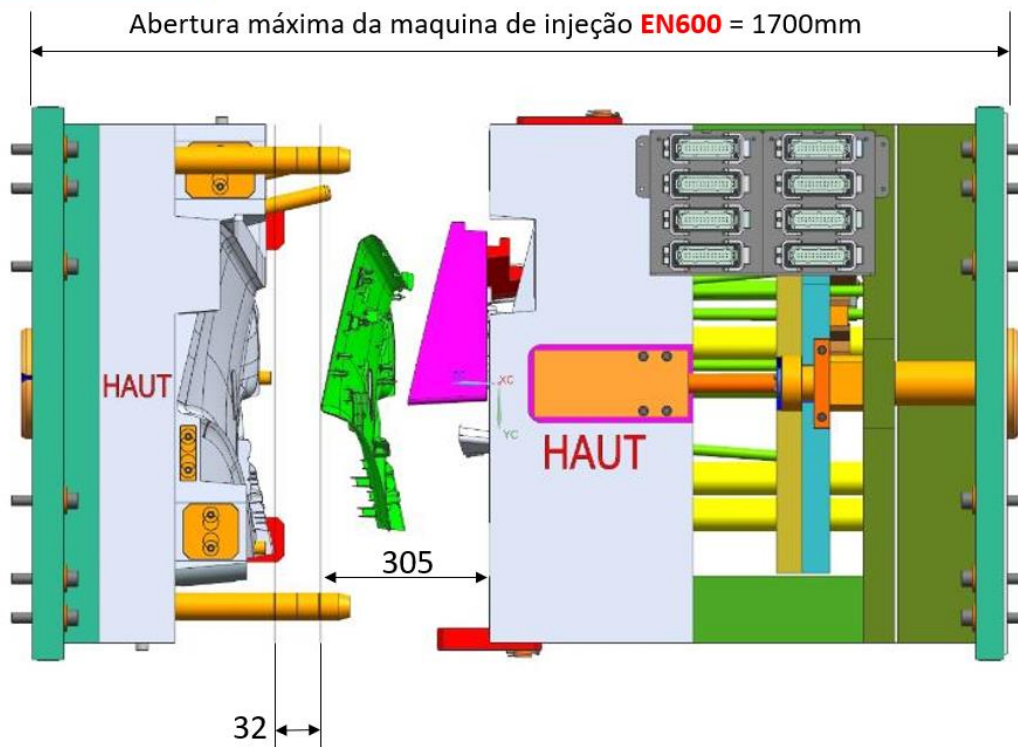


Figura 91 – Simulação na máquina de injeção EN600 (Força de fecho = 600 toneladas)

Ambas as simulações foram aprovadas porque o molde tem espaço suficiente para realizar a abertura necessária para a remoção da peça por meio do robô.

3.3.3 Sistema de injeção

A localização dos pontos de injeção é, normalmente, fornecida pelo cliente. No entanto, se a localização não for a melhor e/ou não forem bicos suficientes, pode-se pedir alterações, como novas localizações ou até mesmo aumentar o número de bicos. É necessário ter em conta que a localização dos bicos de injeção (Figura 92) serve para uma peça, tendo a peça simétrica localizações simétricas.

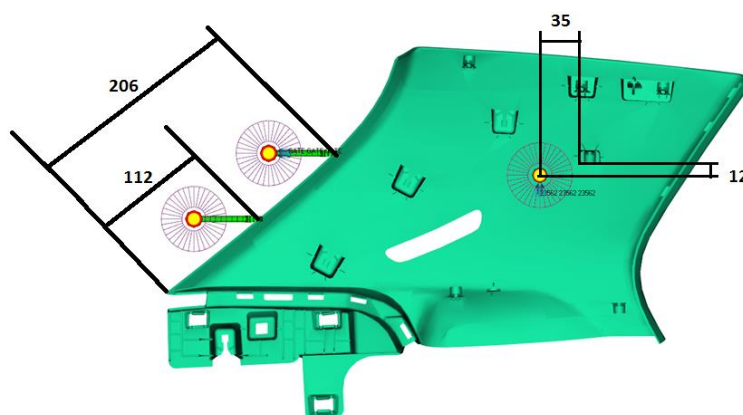


Figura 92 – Localização dos bicos de injeção

3.4 Requisitos impostos pelo cliente

3.4.1 Máquina de injeção

A máquina de injeção tem um papel fundamental na construção do molde, já que apresenta várias restrições que não são contornáveis, como o caso da distância entre colunas; assim, a concepção do molde deverá respeitar todas as indicações (facultadas pelo cliente) para que funcione sem problemas na máquina de injeção do cliente. As características da máquina de injeção do molde em estudo podem ser vistas na tabela 6:

Tabela 6 – Características da máquina de injeção

Característica	Valor	
Força de fecho [T]	KM 650	EN 600
Tipo de máquina	Normal	Normal
Dimensões entre colunas H x V [mm²]	1000 x 930	S/colunas
Dimensões entre barras no fundo da máquina [mm]	S/barras	950
Altura do molde (min/max) [mm]	600/1750	500/1700
Abertura máxima [mm]	1750 – Espessura do molde	1700 – Espessura do molde
Raio dos injetores [mm]	19	19
Diâmetro do centramento [mm]	200	200

3.4.2 Condições de projeto

Seguidamente listam-se algumas especificações indicadas pelo cliente através da FEM e da ficha técnica do molde (FTM) (ver anexo 6.2), (Tabela 7 e Tabela 8):

Tabela 7 – Especificações da FEM do molde

Especificação	
Tempo de ciclo	45 s
Número de cavidades	1 + 1
Extração no molde	Convencional do lado fixo (Tipo de acionamento: hidráulica)

Remoção da peça	Robô (mão-presa)
Produção total	672.884 Unidades (336.442 injeções)
Sistema de fecho	Aparafusado à máquina de injeção
Material a injetar	PP

Tabela 8 – Materiais indicados na FEM do molde

Componente do molde	Material
Estrutura	1.1730/1.2312
Cavidades	1.2738
Machos	1.2738
Mecanismos	1.2738/Ampco 83
Placa Amostra Textura	Sim

3.4.2.1 Injeção do molde

- É imperativo o fornecimento dos pontos de injeção por parte do cliente, assim como o estudo reológico (estudo *moldflow*);
- O sistema vai ser constituído por 6 bicos.

3.4.2.2 Extração do molde

- Segundo a FTM – Convencional do lado móvel (tipo de funcionamento – robô; tipo de acionamento – hidráulica);
- O caderno de encargos do molde (CEM) indica que quando a extração do molde é efetuada pelos cilindros hidráulicos, devem-se usar sensores de fim de curso, tanto no avanço como no recuo;
- As placas de extração, deverão ter espessura suficiente para evitar a flexão das mesmas, após o seu avanço e recuo;
- Os pernos de retorno deverão ter um diâmetro adequado às dimensões do molde, quando as placas de extração têm um comprimento superior a 796 mm, deverão ser previstos seis pernos de retorno;
- As posições dos pernos de retorno devem ser cuidadosamente definidas, para garantir um eficiente recuo das placas de extração;

3.4.2.3 Mecanismos de desenvolvimento mecânico

- Na concepção do molde, é necessário realizar as desmoldagens por movimentos à extração ou mecânicos, em detrimento dos movimentos hidráulicos;
- O guiamento deve ser executado com guias cilíndricas;
- Os postigos devem ser do mesmo material do molde, não necessitando de tratamentos térmicos;
- Os movimentos, sendo componentes de deslize, deverão possuir um tratamento térmico, como uma nitruração, isto para aumentar a resistência ao desgaste, à corrosão e facilitando o próprio deslize e desmoldagem.

3.4.2.4 Sensor de posição

O molde em estudo necessita de diversos sensores de posição:

- Para o avanço e recuo das extrações, visto que as extrações que o molde incorpora são acionadas hidráulicamente;
- Nos movimentos mecânicos, são necessários sensores de posição apenas para os que se situam no topo do molde;
- Movimentos à extração e levantadores, normalmente não necessitam de sensores.

3.4.2.5 Montagem/Desmoldagem

- Ao conceber a montagem/desmoldagem do molde, é essencial executar furações nas placas, para que, aquando da montagem ou desmoldagem, o operador tenha acesso direto aos elementos fixadores, por norma de parafusos;
- Esta concepção permite ao operador montar ou desmontar apenas um elemento do molde;
- Permite desmontar um conjunto de elementos, sem que seja necessário desmontar um a um;
- Dependendo da máquina de injeção, o molde poderá ter ou não acessórios exteriores ao molde, como os distribuidores de água, por exemplo;
- Não é permitido que nenhum acessório do molde exceda as periferias das placas traseiras, exceto no lado do topo do molde.

3.4.2.6 Ligações elétricas

- Os *micro-switches* usados no molde deverão ser constituídos por três elementos (Figura 93), os quais formam um acessório completo.

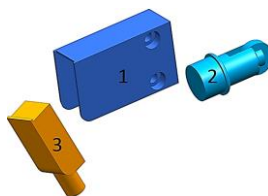


Figura 93 – *Micro-switches* separado por elementos individuais

3.4.2.7 Refrigeração do molde

Os circuitos devem ser concebidos garantindo os seguintes fatores:

- Quando existe injeção direta à peça, é indispensável refrigeração independente com postigos refrigerados nos bicos, ou colocando um poço de refrigeração independente próximo da face de gravação em frente ao bico;
- A temperatura deverá ser o mais constante possível em todas as zonas do molde incluindo mecanismos de gravação;
- Quando possível e necessário, elabora-se um circuito de massa, ou seja, um circuito que tem como função refrigerar o aço, com o objetivo de manter a temperatura o mais constante possível;
- Prever a não existência de variações superiores a 5°C no mesmo circuito de refrigeração, ou seja, entre a entrada e a saída do fluido;
- Cada circuito não deve exceder os 1500 mm de comprimento em zonas de gravação;
- Cada circuito deverá ter um máximo de dez poços de refrigeração (poços com palhetas que obrigam o fluido a fazer um contorno que o leva próximo da gravação, posteriormente retornado ao circuito), se aplicável;
- As entradas e saídas do fluido de refrigeração deverão estar localizadas no lado oposto ao operador;
- Os diâmetros dos canais de refrigeração do molde em estudo, poderão variar entre os diâmetros de 6 a 12 mm de escoamentos livres.

3.5 Contração da peça

O material injetado é um PP que tem uma contração linear de 10%. Esta contração deve ser compensada através de uma majoração, ou seja, da aplicação de um fator de 1,10% às cotas.

3.6 Estudo *moldflow*

Com a aprovação dos tipos de injeção preliminares, definidos os materiais a injetar e as correspondentes contrações, avança-se para a confirmação da fiabilidade das injeções estudadas, através do estudo *moldflow* com o software *Moldflow* da Autodesk.

Este estudo tem como objetivo determinar a melhor posição dos pontos de injeção para o preenchimento da peça, levando em consideração o melhor enchimento e a menor deflexão da peça. O estudo *moldflow* engloba os seguintes conteúdos:

- Definição do modelo;
- Posição dos pontos de injeção;
- Dimensões do sistema de alimentação;
- Propriedades dos materiais.

3.6.1 Definição dos pontos de injeção

As posições dos pontos de injeção (Figura 94) são definidas levando em consideração a geometria da peça e o projeto do molde.

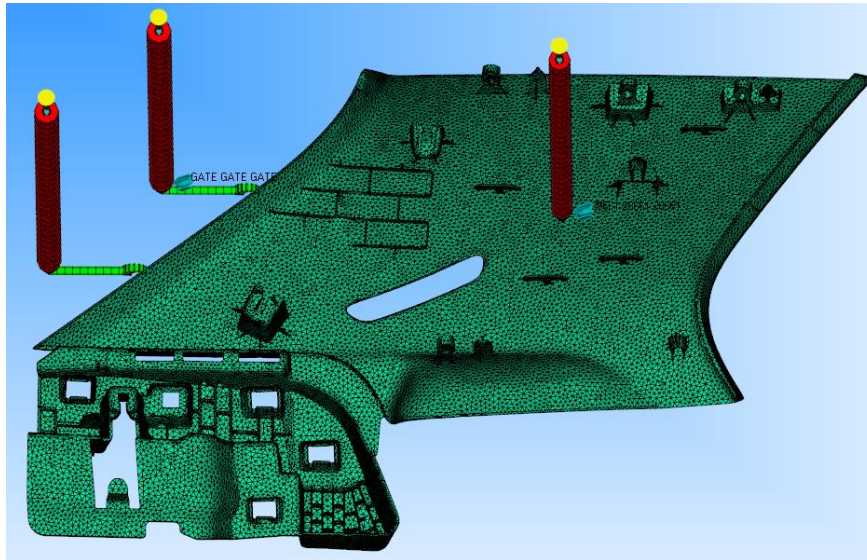


Figura 94 – Locais de injeção da peça

Porém, pode-se verificar as dimensões dos sistemas de alimentação (Figura 95), que foram usadas no estudo *moldflow*.

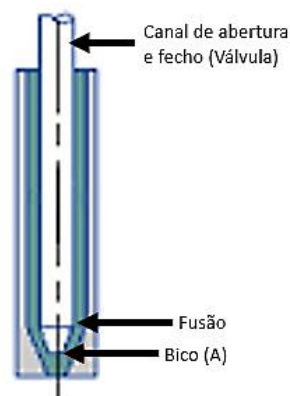


Figura 95 – Diagrama esquemático de um canal quente

Onde:

- A – Diâmetro do bico – 3 mm;
- Diâmetro do canal frio – 5 mm;
- Canal *bayer* retangular – 4x1,1 mm

3.6.2 Análise Moldflow do PP

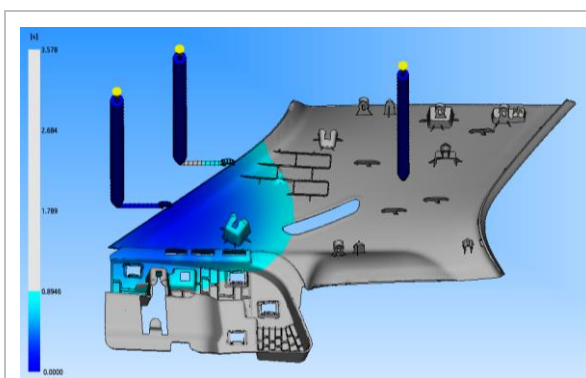
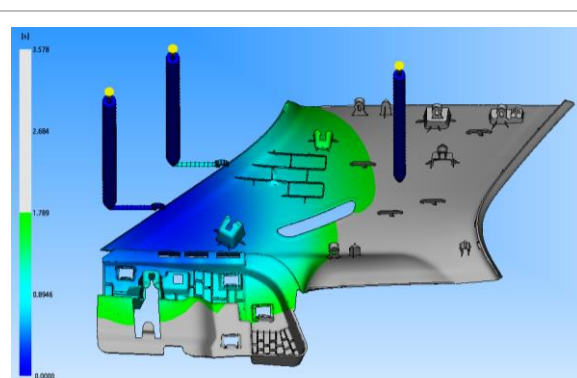
As propriedades do PP utilizado são apresentadas na tabela 9:

Tabela 9 – Condições de processamento do PP

Condições de processamento	
Temperatura do molde	40°C
Temperatura de fusão	230°C
Temperatura máxima de fusão	300°C
Temperatura de extração	119°C
Temperatura mínima de escoamento	126°C
Taxa de corte máxima	100000/s
Tensão de corte máxima	0,25 Mpa
Índice de fluidez do material (MFI)	12,5 g/10 min (240°C/10 kg)

Utilizando as condições de processamento referidas anteriormente (Tabela 9), pode-se verificar a sequência e tempo de enchimento. O padrão de fluxo animado por cores e linhas de fluxo, dá-nos o resultado e mostra a posição da frente do fluxo em intervalos regulares, à medida que a cavidade enche.

Tabela 10 – Evolução do enchimento do PP

Figura 96 – Simulação *Moldflow* correspondente a 25% de enchimento de PPFigura 97 – Simulação *Moldflow* correspondente a 50% de enchimento de PP

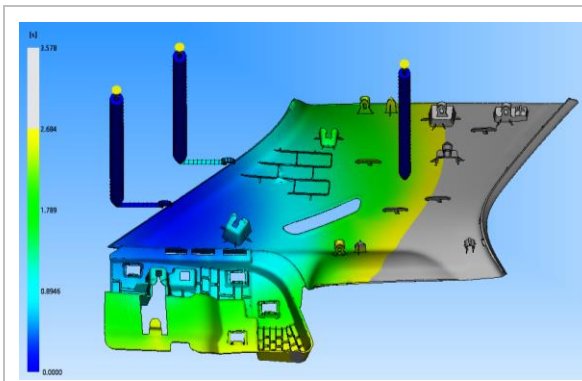


Figura 98 – Simulação *Moldflow* correspondente a 75% de enchimento de PP

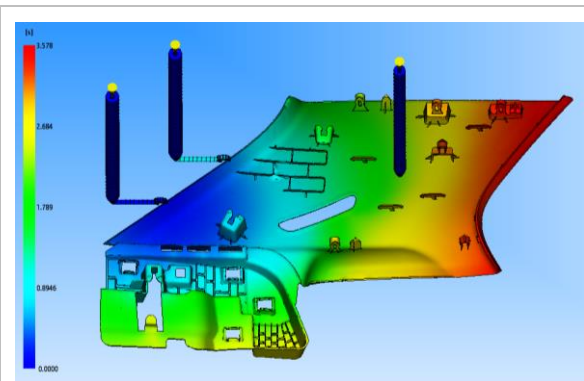


Figura 99 – Simulação *Moldflow* correspondente a 100% de enchimento de PP

Note-se que a peça enche bem com a proposta aprovada no desenho preliminar. Seguidamente, pode-se verificar o fluxo padrão em quatro passos (Tabela 10):

Observando o enchimento em quatro fases, pode-se verificar que a peça na primeira atinge 25% de enchimento de PP aos 0,89 s (Figura 96). Numa segunda fase, verifica-se que a peça atinge os 50% de enchimento aos 1,79 s (Figura 97). Na terceira fase, verifica-se que a peça atinge os 75% de enchimento aos 2,68 s (Figura 98). Na última fase, verifica-se que a peça fica completamente preenchida aos 1,92 s (Figura 99).

Uma linha de solda é uma falha visível ou fraqueza criada quando dois ou mais caminhos de fluxo se encontram durante o processo de enchimento (Figura 100). Ocorrerá uma “boa” linha de soldadura se durante a sua formação, a temperatura da massa fundida não ultrapassar os 10°C abaixo da temperatura de injeção.

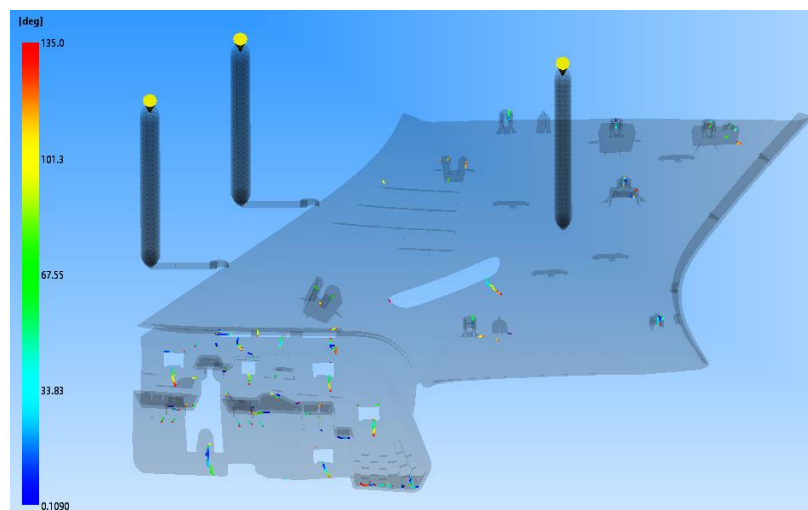


Figura 100 – Linhas de solda

Observando a figura 100, existe uma concentração de linhas de solda na parte da peça com mais frisos e menos lisa, o que já era de esperar. Este fenómeno acontece porque o material é forçado a contornar os frisos e os vários obstáculos, encontrando-se posteriormente e formando linhas de solda.

Neste estudo pode-se analisar a pressão para cada cavidade, pressão de injeção e força de fecho. Para uma cavidade, os resultados são os seguintes:

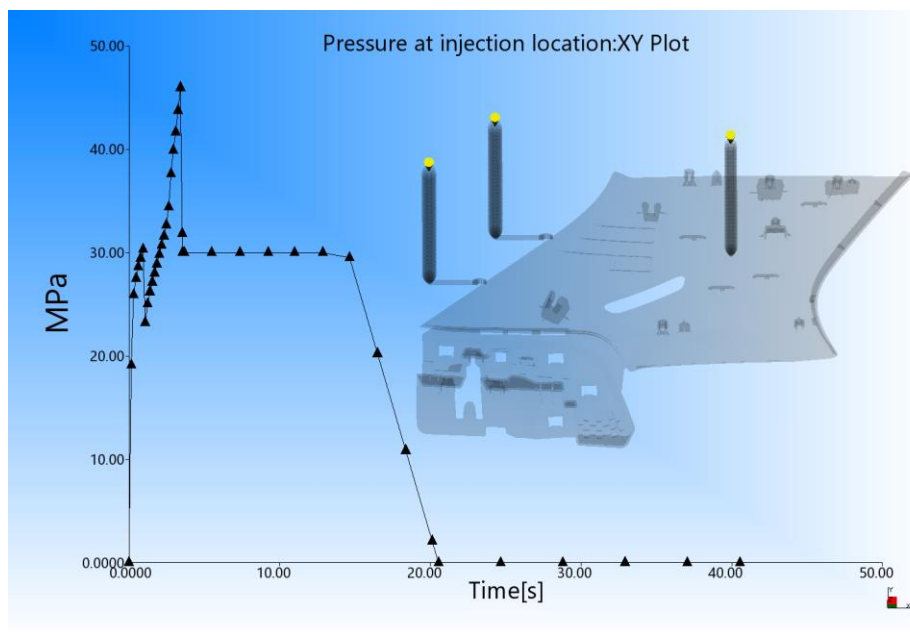


Figura 101 – Pressão de injeção

Pela análise da figura 101, pode-se verificar que a pressão de injeção máxima é de aproximadamente 46 MPa.

A força de fecho máxima para a cavidade pode-se observar na figura seguinte:

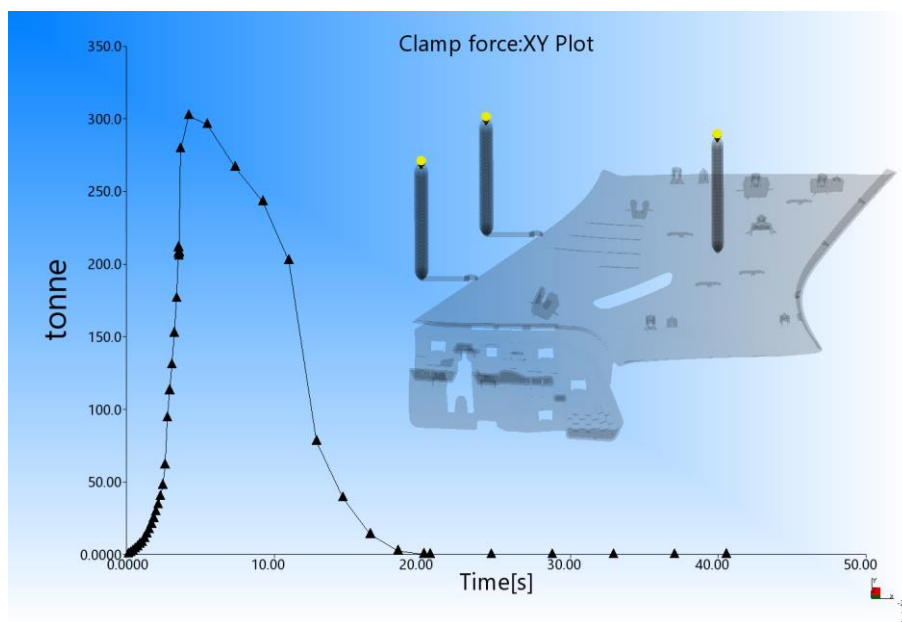


Figura 102 – Força de fecho

Observando a figura 102, pode-se averiguar que a força de fecho máxima para uma cavidade é de sensivelmente 300 T.

A temperatura da frente do fluxo não deve ter uma variação brusca, ou seja, não deve cair e subir bruscamente durante a fase de enchimento (vd. Figura 103).

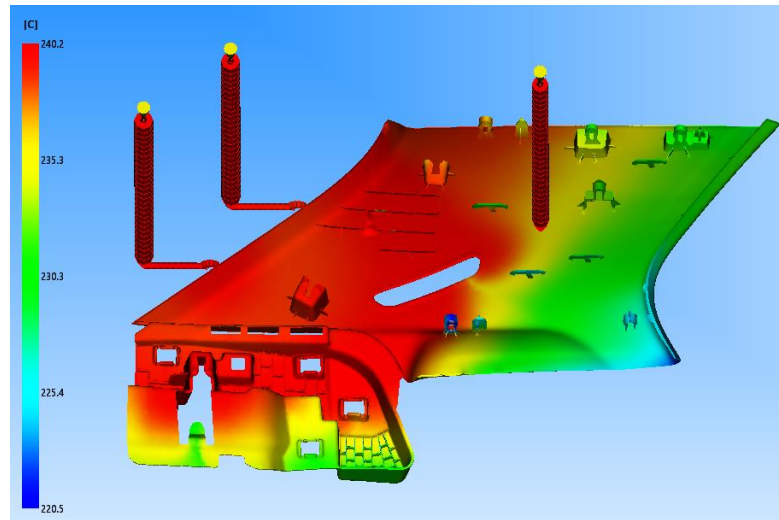


Figura 103 – Temperatura da frente de fluxo

Observando a figura 103, constata-se que as variações de temperatura no enchimento não são bruscas, com **variações de 10°C** ao longo de toda a peça, tendo apenas uma pequena **variação de 10°C** na fase final de enchimento numa ponta da peça (parte azul), não sendo crítico.

Na análise à taxa de corte (Figura 104), conclui-se que esta é uma medida de quão rapidamente as camadas de plástico deslizam entre si. Se este fenómeno acontecer muito rápido, as cadeias de polímero quebram e o material degrada-se.

A taxa de corte em massa não deve exceder o valor máximo recomendado para o material na base de dados. Exceder este valor, provavelmente levaria à degradação do polímero.

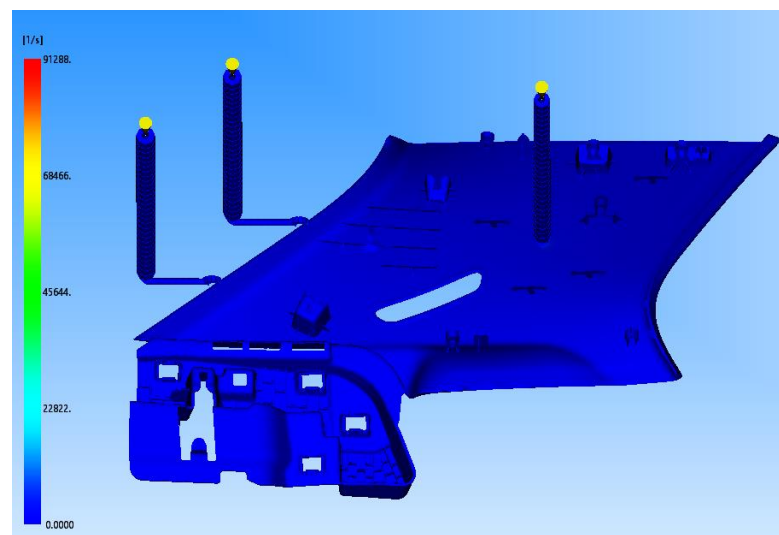


Figura 104 – Taxa de corte

Como se pode verificar, o estudo está dentro dos valores recomendados (Figura 104), isto porque o valor máximo para este material é de 100 000/s (Tabela 9).

No estudo da tensão de corte (Figura 105), analisa-se o resultado desta tensão no material e verifica-se o esforço de corte na interface congelado/fundido de plástico no momento do registo do resultado.

A tensão de corte é uma medida dos fatores que afetam o grau de orientação da massa fundida junto da camada congelada. Materiais orientados tendem a encolher mais do que materiais não orientados, de modo que uma orientação demasiado vincada perto do bordo de fusão em comparação com perto do centro, levará a maior tensão residual. As tensões residuais mais elevadas podem resultar em peças como fissuração por esforço durante a ejeção ou em serviço.

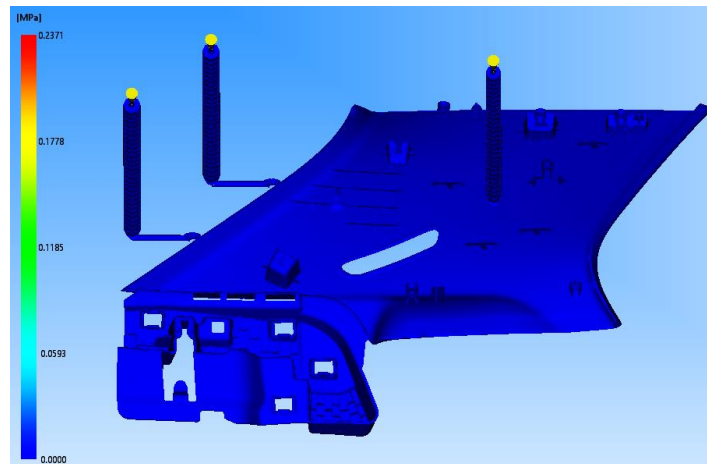


Figura 105 – Tensão de corte

Observando a figura 105, o valor máximo de tensão de corte é de 0,2371 MPa, logo, está dentro do limite para este material que corresponde a um máximo de 0,25 MPa (Tabela 9).

3.6.3 Pedido dos sistemas de injeção

Os sistemas de injeção são acessórios que têm prazos de entrega bastante longos, logo, este é o momento ideal para oficializar o pedido/encomenda, visto que já se obteve a aprovação nos desenhos preliminares e a confirmação da aptidão no estudo *moldflow*.

O pedido dos sistemas de injeção consiste numa apresentação das peças, entre outros desenhos, em conjunto com complementos que se podem verificar no anexo 6.4.

Contudo, a base do pedido pode-se verificar seguidamente:

- Começa-se por identificar as máquinas de injeção onde o molde irá trabalhar (Tabela 11). Desta forma, o fornecedor terá um conhecimento mais abrangente sobre o trabalho a executar.

Tabela 11 – Identificação da(s) máquina(s) de injeção

Contração:		1,1%	
Máquina de Injeção Cliente:		Máquina para ensaio interno:	
KM650/EN600	Ton	KM 1000	Ton
Verificado	Ok/NOk	Verificado	Ok/NOk

- O segundo passo é fazer uma pequena demonstração da(s) peça(s) a injetar (Figura 106), apresentando o tipo de material, espessura, número de cavidades, entre outros parâmetros e características que conduzam o fornecedor à realização de um bom trabalho.

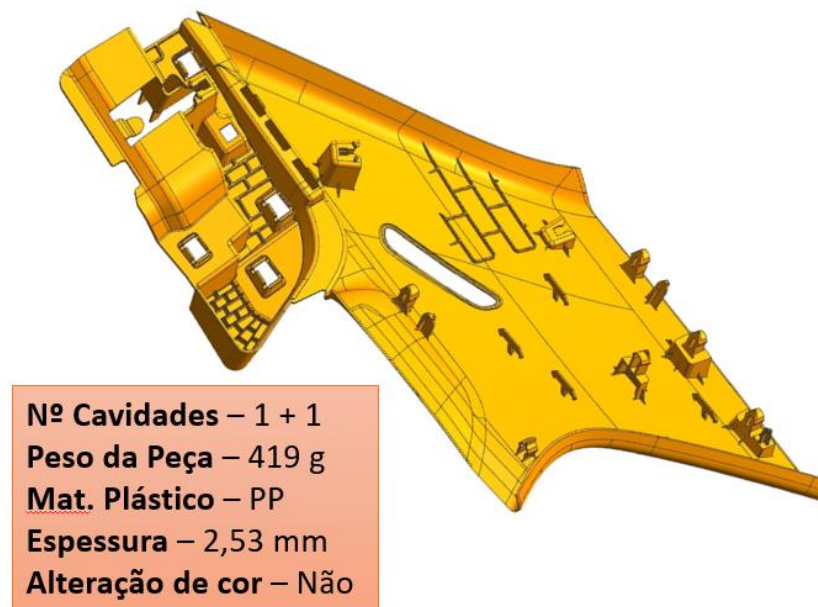


Figura 106 – Identificação da peça para o pedido do sistema de injeção

- Seguidamente, sendo um molde específico, deve-se indicar algumas normas das quais o fornecedor poderá não ter o devido conhecimento (Figura 107), para que o trabalho seja bem executado.

Atenção :
Prever a colocação
dos distribuidores no
fundo do molde

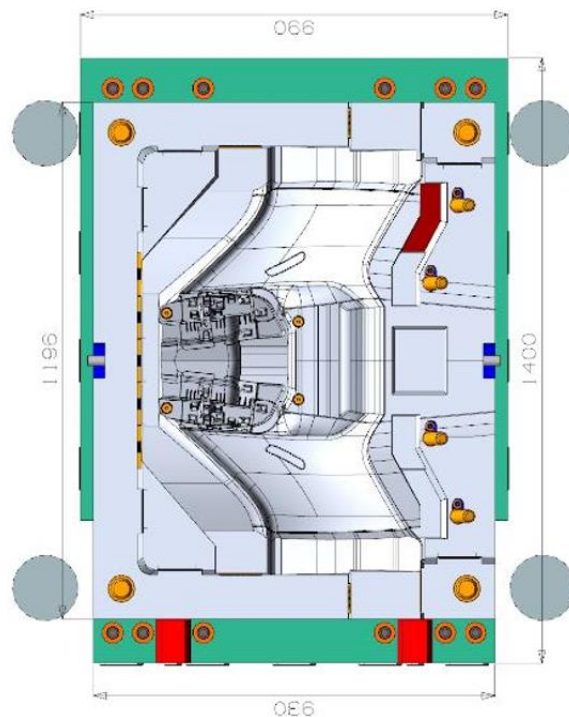


Figura 107 – Identificações importantes do molde para a injeção

- No entanto, é igualmente importante identificar o topo do molde, o lado do operador, identificar a localização das electroválvulas, do manómetro, das caixas elétricas, entre outros, como é o caso das dimensões máximas dos blocos de aço onde serão montados os sistemas de injeção (Figura 108).



Figura 108 – Medidas e posicionamentos para a conceção dos sistemas de injeção

- Para finalizar o pedido dos sistemas de injeção para o molde, deve-se identificar o tipo de bicos, sendo que neste caso são bicos valvulados. Deve-se ainda identificar detalhadamente a localização e altura de cada bico (Figura 108, Figura 109 e Tabela 12).

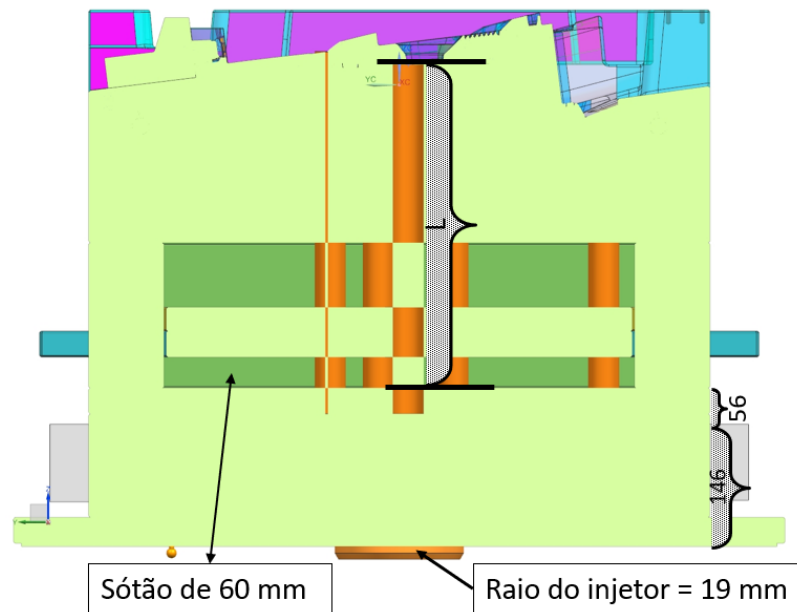


Figura 109 – Altura dos bicos

Tabela 12 – Posicionamento e comprimento dos bicos de injeção

Nr Bico	X	Y	L
1	286,8	-72,2	615,3
2	-286,8	-72,2	615,3
3	355,0	170,0	607,5
4	-355,0	170,0	607,5
5	285,0	235,0	591,2
6	-285,0	235,0	591,2

Porém, este pedido é acompanhado de outros documentos de suporte (ver anexo 6.4) para uma boa execução do trabalho por parte do fornecedor.

Posteriormente, após o pedido dos sistemas de injeção, o fornecedor executará os desenhos 3D e enviará em conjunto com outra documentação para aprovação do projetista.

O maior erro que pode acontecer num pedido de um qualquer sistema de injeção, é o projetista aprovar o envio do fornecedor e posteriormente verificar que não analisou devidamente os dados recebidos, logo, existir a necessidade de pedir para alterar qualquer coisa, nem que seja por exemplo, deslocar um bico 5 mm em X. Este tipo de ocorrências acarreta custos muito elevados, para além de alterar o prazo de entrega do sistema na empresa.

3.7 Projeto do molde: fase de modelação

A modelação consiste em executar o estudo e desenvolvimento mecânico dos elementos moldantes e garantir o espaço para o deslocamento dos movimentos sem a existência de colisões. Nesse sentido, trabalha-se com superfícies e elabora-se a junta do molde, muitas vezes aproveitando as “peles” da peça. No fim, a união das superfícies dá origem a sólidos.

3.7.1 Início da modelação

Começa-se por criar uma “*assemblagem*” para a modelação, ou seja, uma árvore de pastas pré-renomeadas (Figura 110).

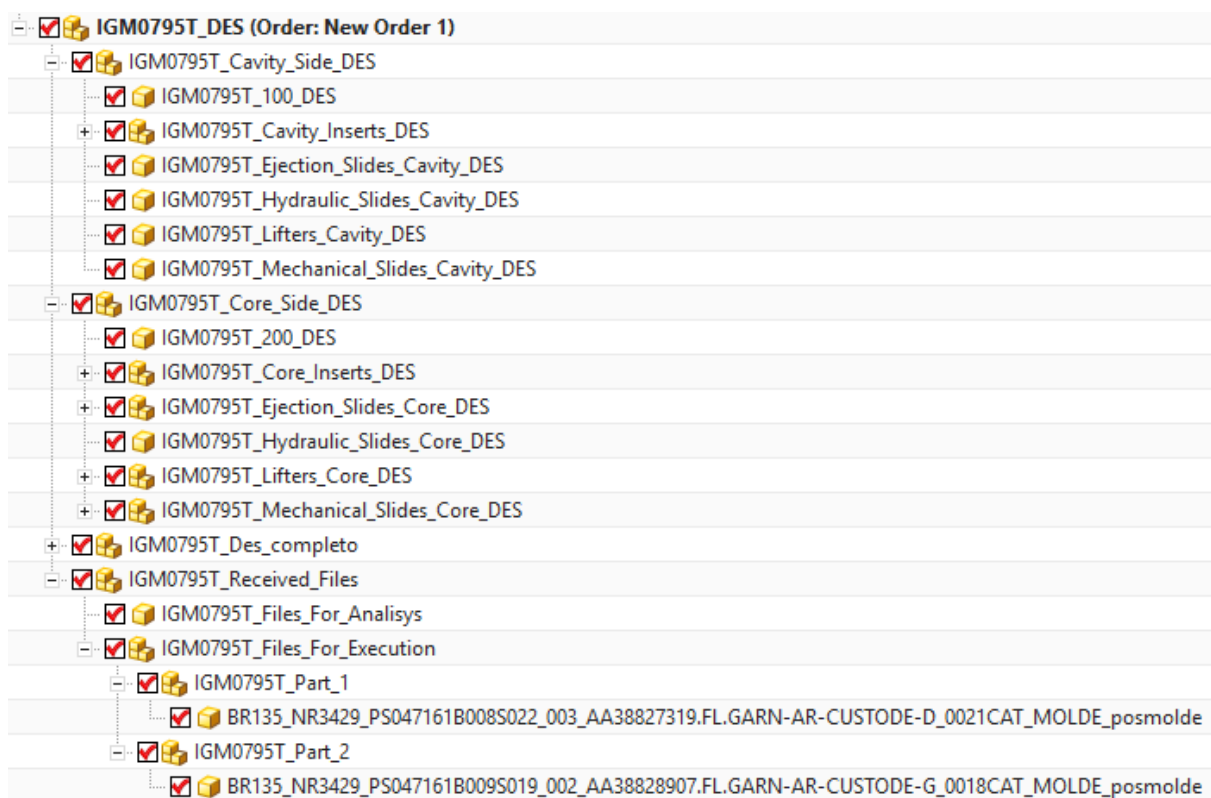


Figura 110 – “Assemblagem” da modelação

A peça fornecida pelo cliente vem em posição carro sendo necessário colocar a peça em posição molde para iniciar o processo de modulação. É necessário anotar as transformações realizadas, isto é, as rotações e translações realizadas em x, y e z.

3.7.2 Separação das peças em macho e cavidade

A separação das peças em macho e cavidade, dita quais as zonas da peça que serão gravadas na cavidade e quais as zonas da peça que serão gravadas no macho. Esta separação é dividida pela propagação de uma linha que separa o macho da cavidade, ou linha de junta.

Na escolha da linha de junta é necessário verificar a extração da peça, visto que não devem existir ângulos desfavoráveis à desmoldagem da peça.

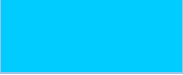
3.7.3 Desenvolvimento da modelação

A modelação começa por ser desenvolvida a partir da obtenção das linhas de partição da peça. Desta forma, no presente estudo, tem que ser concebida tendo em consideração que são duas peças.

A melhor maneira e mais prática de iniciar o trabalho é modelar metade do molde e depois fazer-se o *mirror*, tendo em consideração a pequena diferença que existe nas peças (ver ponto 3.3).

Contudo, no Grupo Simoldes usa-se uma paleta de cores distintas (Tabela 13) para diferenciar as diferentes zonas da modelação, sendo desta forma mais intuitiva a identificação dos diversos elementos/regiões moldantes.

Tabela 13 – Paleta de cores

Nº	Cor	Aplicação
1		Azul
2		Verde
3		Castanho claro
4		Amarelo
5		Rosa
6		Azul claro

Na peça em estudo, começou-se por trabalhar com a linha de partição (Figura 111), desenvolvendo os mecanismos de gravação. Este processo é feito com a ajuda das várias ferramentas que o programa dispõe.

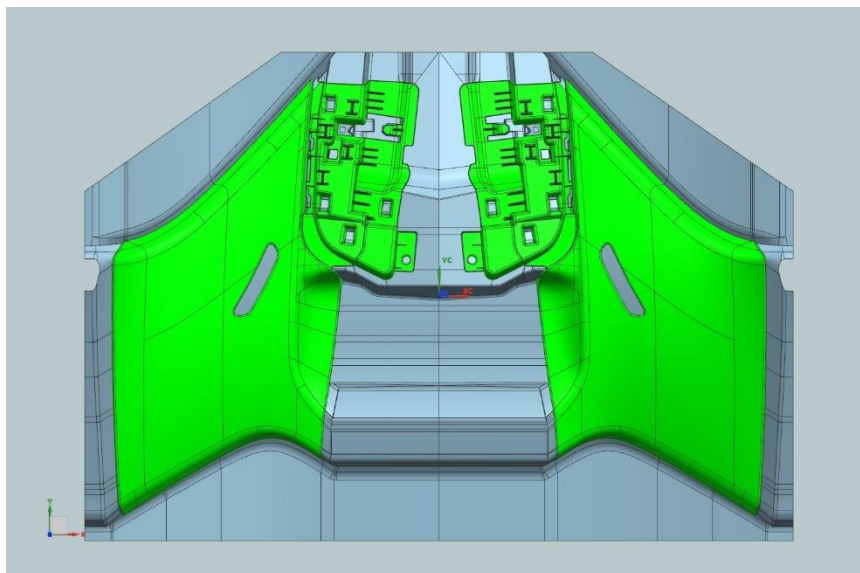


Figura 111 – Peças com a linha de junta realizada

Seguidamente, é feito um bloco com as dimensões pretendidas a volta da junta e das peças, englobando todas as superfícies, originando um sólido (Figura 112).

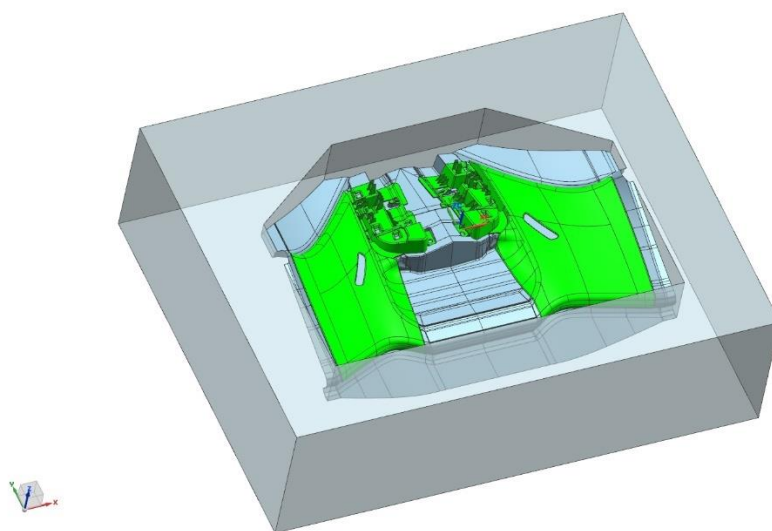


Figura 112 – Cavidade do molde

A partir do sólido (cavidade) são feitos os cones de travamento que são responsáveis pelo centramento do molde, assim como, pela proteção de junta e da peça (Figura 113).

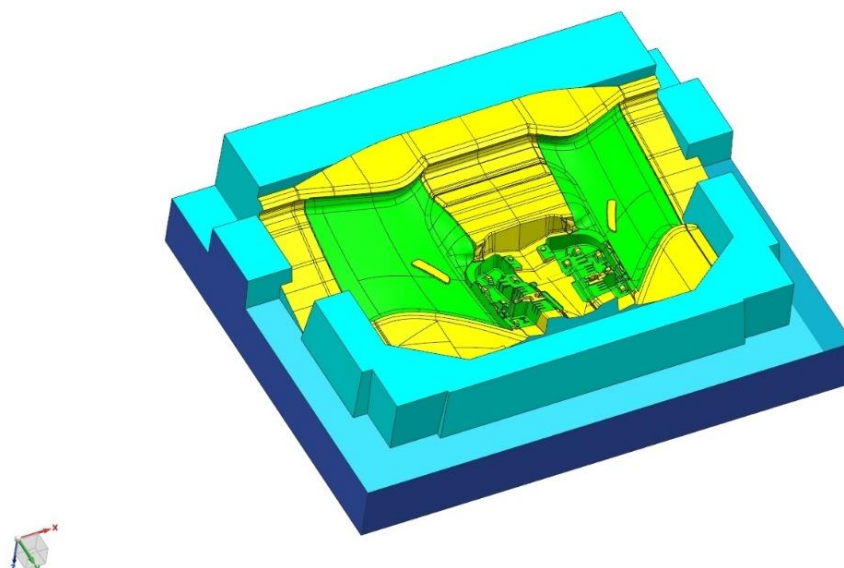


Figura 113 – Cavityde com os cones de travamento

Posteriormente, a partir da cavityde com os cones de travamento, é feito um bloco com as dimensões desejadas para executar o macho e posterior evolução do mesmo (Figura 114).

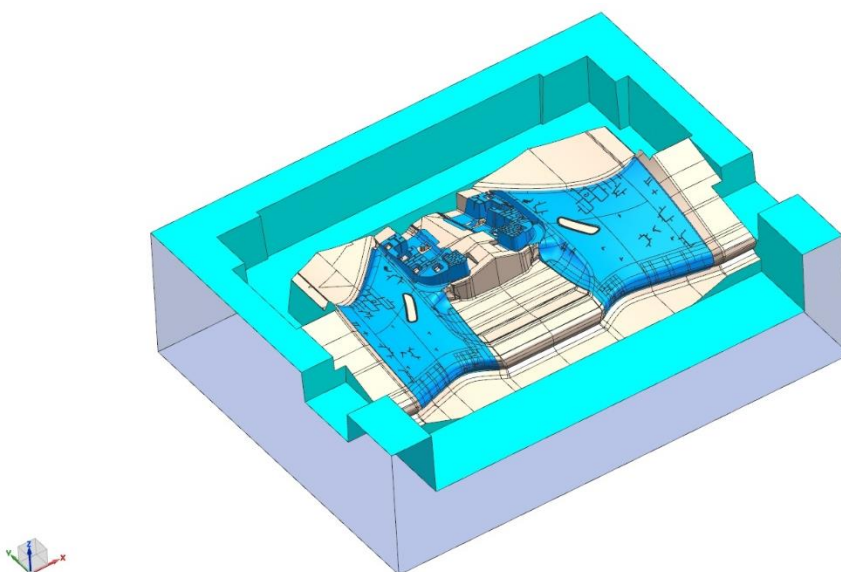


Figura 114 – Macho

Nesta fase, já se elaborou em estado bruto as gravações da peça. Com o evoluir da modelação, respeitando os vetores de desmoldagem e as características da máquina de injeção e tendo em mente a cinemática do molde (Figura 115), vai-se construindo um passo de cada vez, ou seja, elemento de gravação a elemento de gravação.

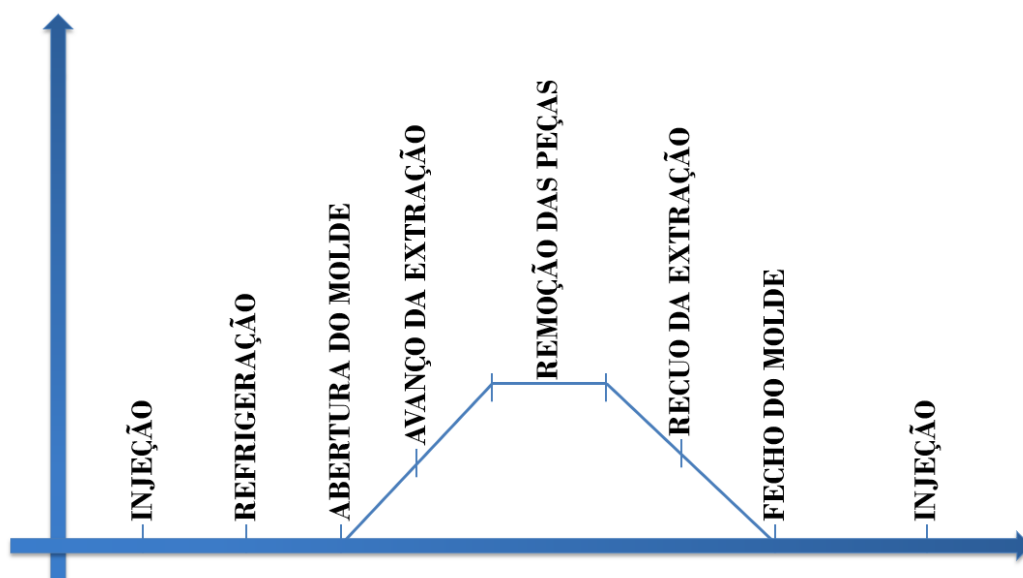


Figura 115 – Cinemática do molde

Separadamente, podem ver-se os elementos de gravação desenvolvidos neste molde, como postigos do macho (Figura 116), postigo da cavidade (Figura 117), movimentos mecânicos (Figura 118), movimentos à extração (Figura 119) e levantador (Figura 120).

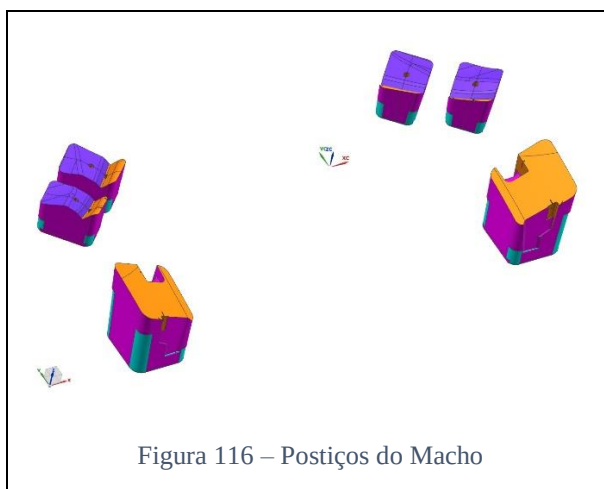


Figura 116 – Postigos do Macho

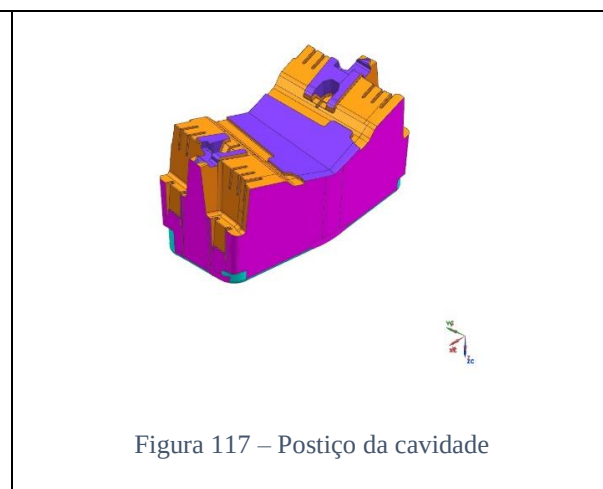


Figura 117 – Postigo da cavidade

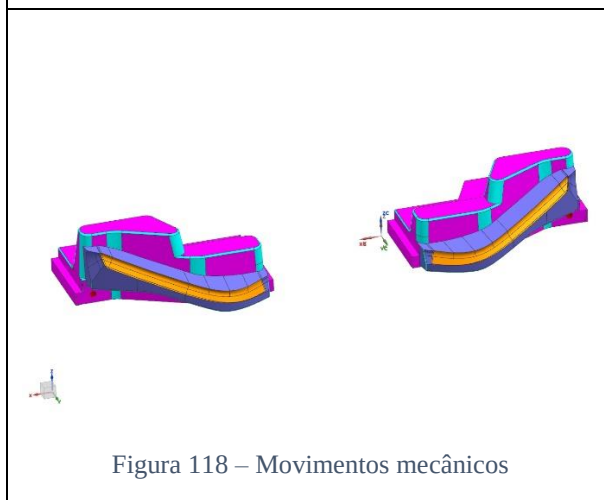


Figura 118 – Movimentos mecânicos

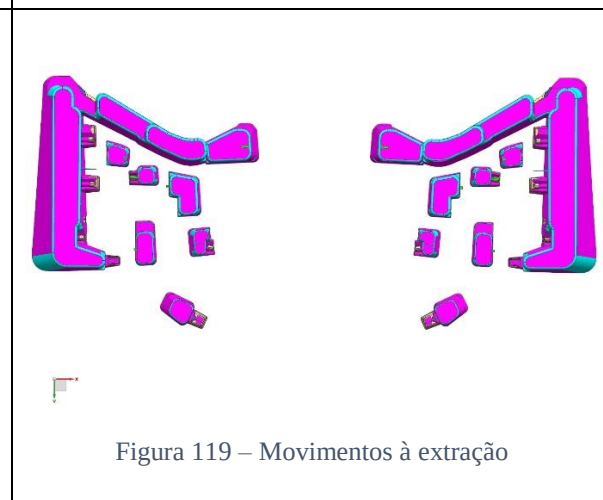


Figura 119 – Movimentos à extração

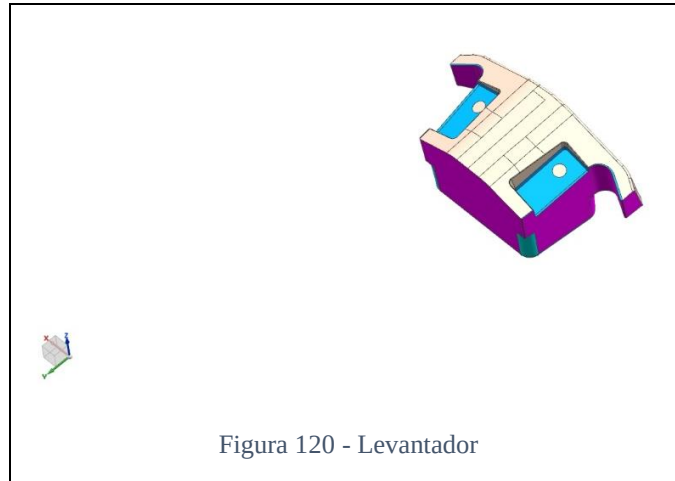


Figura 120 - Levantador

Tendo concluído a fase de modelação, teremos então a cavidade e macho final. Em ambos pode-se observar uma cor azul clara no lado da gravação que representa a folga de 1 mm em cada uma das partes, tendo 2 mm de folga quando o molde fecha. A cavidade (Figura 121) contém os alojamentos para os movimentos e postigos (cor rosa) e a linha de junta que ajusta com o macho a amarelo. Contudo, a cavidade é traçada por vários rasgos a vermelho junto à peça, tendo a função de libertar os gases originados pelo PP durante a injeção.

Porém, existem rasgos a vermelho que contêm uma cabeça cilíndrica, que têm como função a passagem de material a injetar, ficando em forma de jito (ver subcapítulo 2.2.5.2) no fim de um ciclo de injeção.

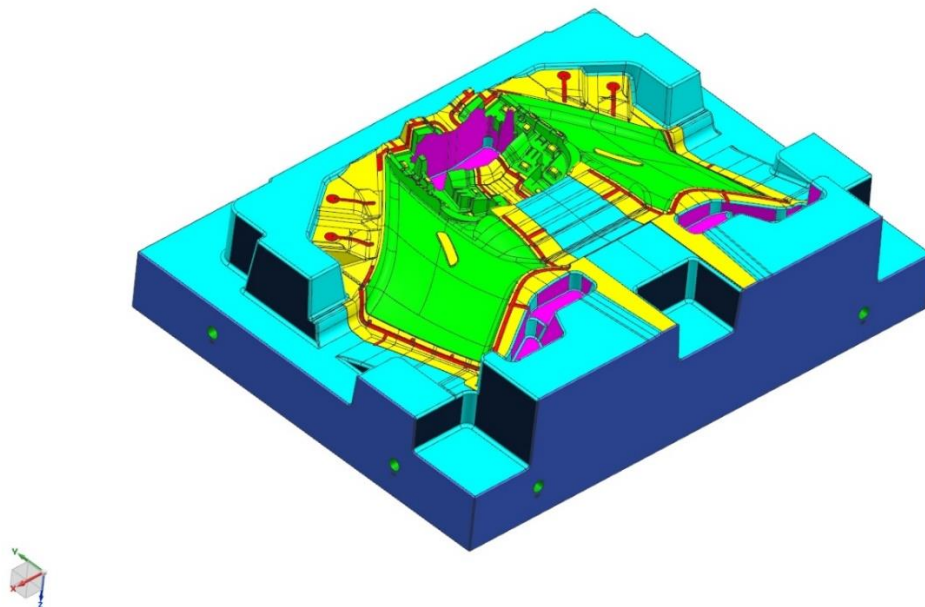


Figura 121 – Cavidade no final da modelação (Final)

No macho (Figura 122) destacam-se os alojamentos para todos os componentes moldantes, tendo também a linha de junta, a folga e os cones de travamento.

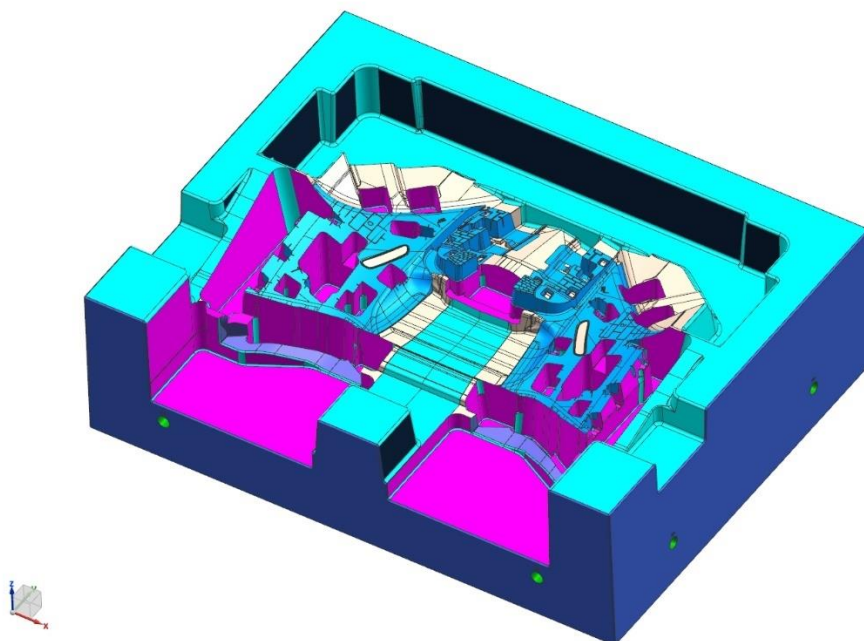


Figura 122 – Macho no final da modelação (Final)

Na figura 123, é representado o macho e todos os seus componentes moldantes.

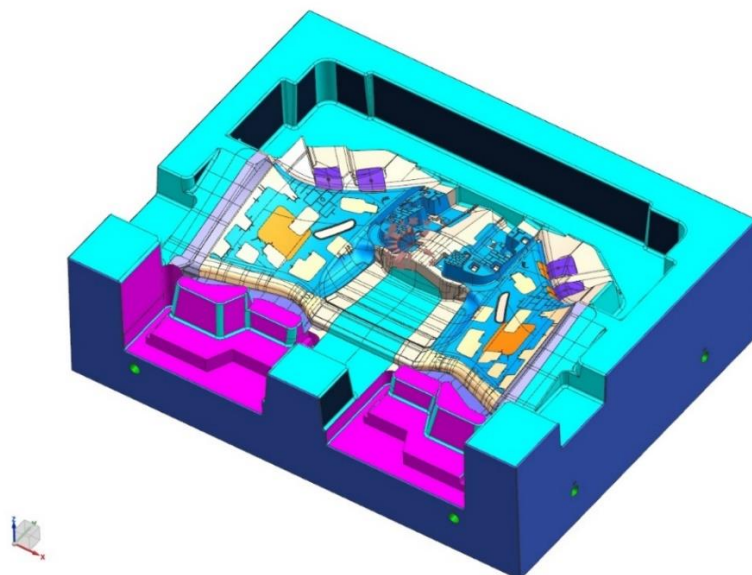


Figura 123 – Macho no final da modelação com os componentes moldantes

Tendo todos os elementos de gravação moldados, conclui-se a fase de modelação (Figura 124).

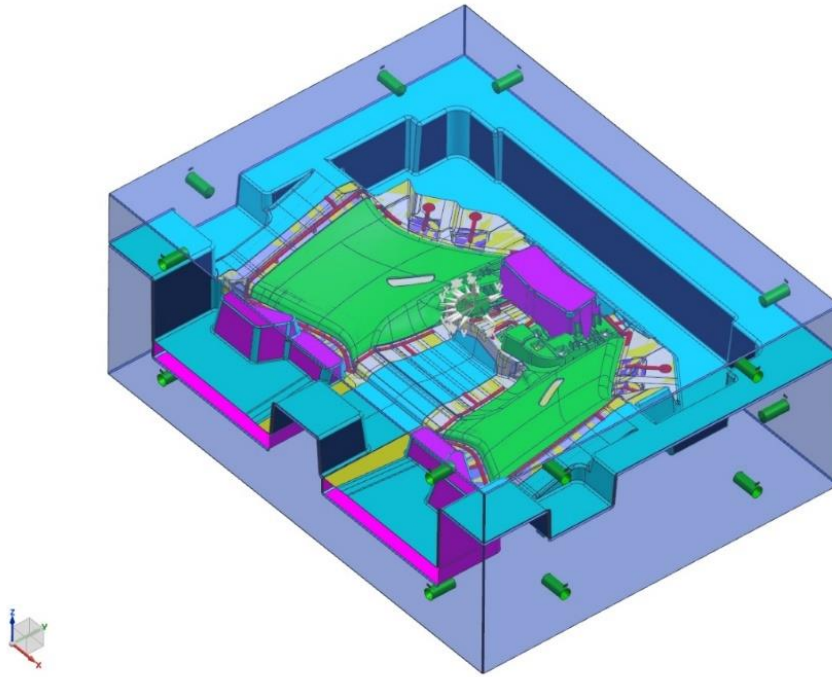


Figura 124 – Modelação final de toda a mecânica moldante

Porém, tendo a modelação final (Figura 124), faz-se o mapa de componentes para os colaboradores de bancada consultarem. Este mapa é disponibilizado através de uma pasta partilhada com o computador de bancada, o chamado visualizador. Assim, todos os operadores podem consultar toda a informação que os projetistas disponibilizam para a produção.

Desta forma, facilita-se o trabalho para o operador, tanto a nível de identificação de acessórios, como de montagem. As referências usadas podem ser visualizadas e identificadas na lista de material do molde (ver anexo 6.7).

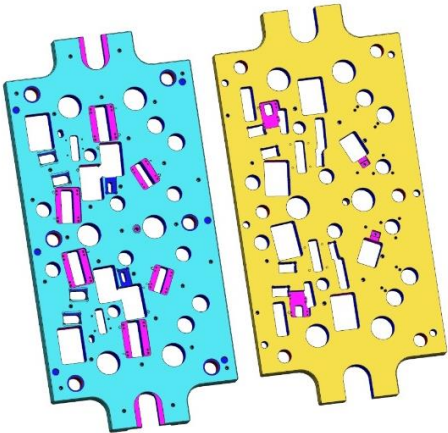
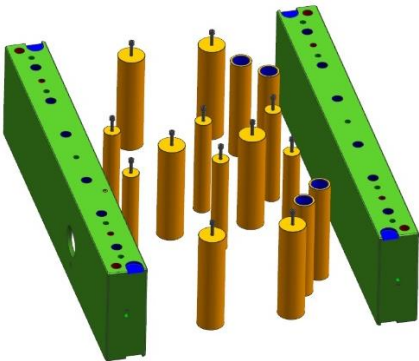
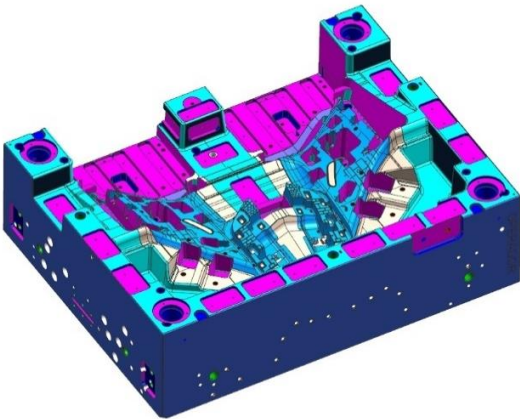
3.8 Projeto do molde: fase de desenho final

O desenho final é a concretização do molde em projeto, ou seja, toda a estrutura e atribuição do material de construção, a execução do estudo da extração das peças, a refrigeração das zonas moldantes, o estudo e execução dos guiamentos, centramento, conclusão da mecânica desenvolvida na modelação ao nível dos acessórios, estudo e aplicação de parafusos e cavilhas, entre outros estudos aplicados.

3.8.1 Estrutura do molde

A estrutura do molde é constituída por diversas placas de aço, sendo respeitados os limites delineados pela máquina de injeção. Estas placas acomodam todos os acessórios do molde. Seguidamente, podem verificar-se as diferentes placas que constituem a estrutura do molde e a respetiva funcionalidade (Tabela 14).

Tabela 14 – Componentes do molde

Componente de estrutura	Funcionamento
 Figura 125 – Placas de extração	➤ Alojamos extratores simples e tubulares; ➤ Alojamos pernos de retorno; ➤ Alojamos casquilhos e guias; ➤ São placas móveis responsáveis por fazerem avançar os acessórios que extraem as peças; ➤ Possuem espaços livres para apoios e calços.
 Figura 126 – Calços (a verde) e apoios (a amarelo)	➤ Uma das funções dos calços são garantir o espaço necessário para as placas extratoras terem curvas de avanço para a remoção de peças; ➤ Os calços incorporam os circuitos hidráulicos que fazem o avanço e recuo da extração; ➤ A outra função dos calços é a mesma dos apoios, ou seja, reforçar a estrutura.
 Figura 127 – Macho final	➤ Alojamos circuitos de refrigeração; ➤ Alojamos os movimentos à extração e mecânicos; ➤ Tem alojamento para postigos e para o levantador; ➤ Possui o alojamento do sistema de injeção; ➤ Grava a parte não-visível das peças.

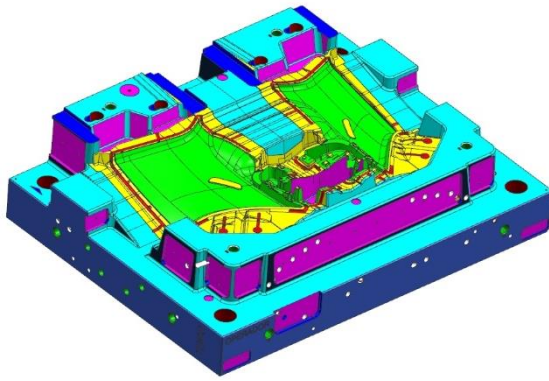


Figura 128 – Cavidade final

- Alojamos circuitos de refrigeração;
- Tem alojamento para o postigo;
- Possui anilha de centragem do molde;
- Possuem os canais de injeção do PP e patelas de dilatação entre canais;
- Grava a parte visível das peças.

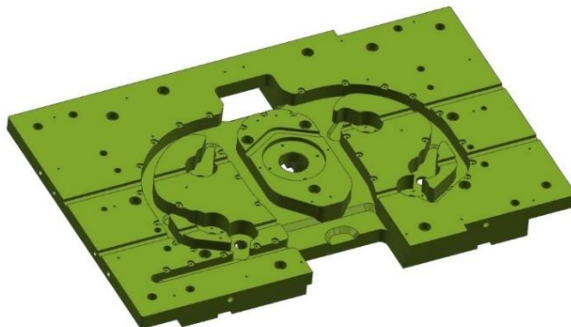


Figura 129 – Placa de alojamento do sistema de injeção

- Alojamento do sistema de injeção;
- Alojamento dos olhais para a aplicação da placa responsável pelo içamento do molde completo;
- Possui anilha de centragem do molde;

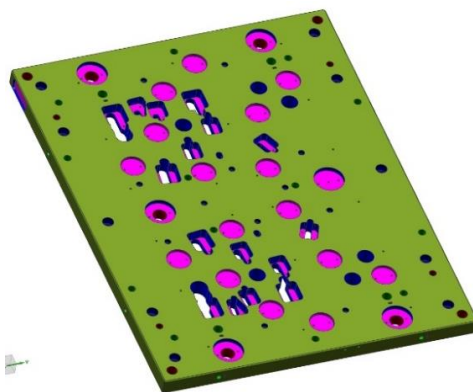


Figura 130 – Placa intermédia

- Responsável pelo aperto dos movimentos à extração e dos pernos de retorno;

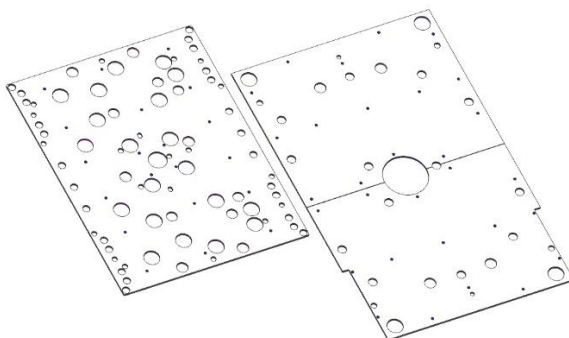


Figura 131 – Placas de isolamento do molde

- Têm a função de evitar a transferência de calor por condução do molde para o prato da máquina.

3.8.2 Sistema de injeção

Os sistemas de injeção (Figura 132) têm várias possibilidades de aquisição quanto aos fornecedores, segundo o CEM do cliente. No caso do molde em estudo, foi eleita a empresa *Runipsys*, visto que foi a que apresentou os melhores indicadores.

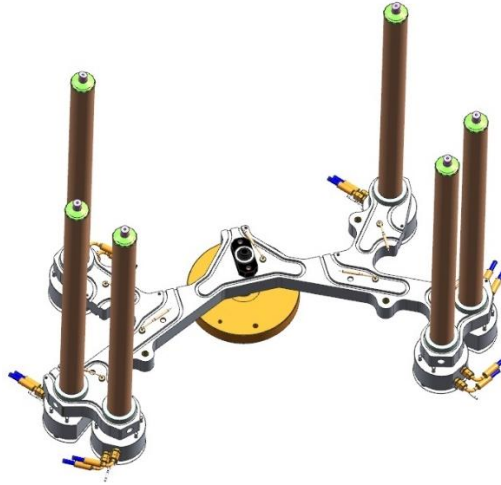


Figura 132 – Sistema de injeção

3.8.3 Postiços aplicados no molde, funções e características

Como foi visto no ponto 3.7.3, o molde em estudo tem um postiço na cavidade e vários postiços no macho. Os postiços têm as seguintes funções e características:

- Facilitar a execução e o polimento dos frisos, facilitando a montagem e permitindo o escape de gases;
- São aplicados quando existe dificuldade de maquinagem na própria placa;
- Utilizam-se para refrigerar melhor as zonas/partes de gravação (Figura 133), que são, por norma, zonas mais quentes.

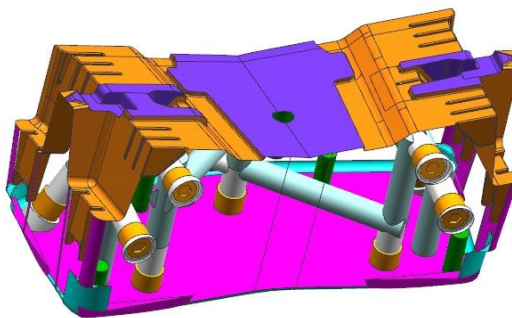


Figura 133 – Postiço da cavidade refrigerado

3.8.4 Extração de peças

A extração das peças, deve ser projetada de forma a que estas fiquem com poucas marcas, ou mesmo isento das mesmas. Para tal, suaviza-se a zona de contacto e dispõe-se de forma uniforme os mecanismos que expõem as peças (Figura 134).

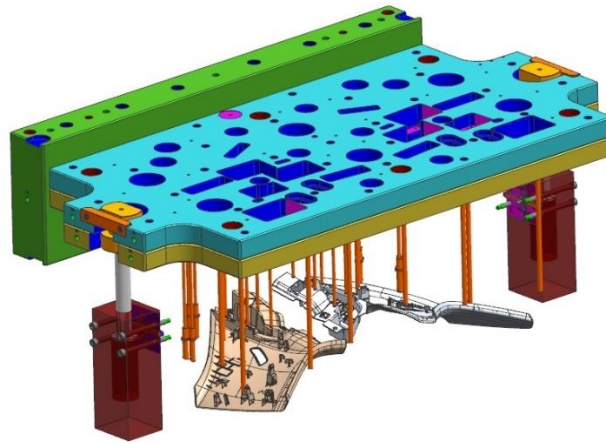


Figura 134 – Extração sustentada pelo molde

3.8.4.1 Extratores

Os extratores são os acessórios principais da extração das peças, no entanto, têm o auxílio de outros elementos de desmoldagem. A simetria e homogeneidade (Figura 135) são os requisitos fundamentais para uma peça com ótimo aspecto a nível de extração. Desta forma, a probabilidade de existência de deformações será mínima.

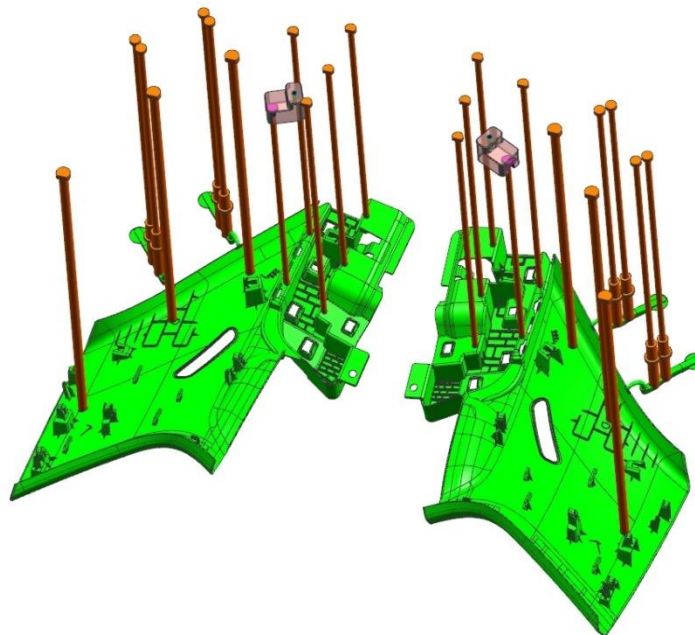


Figura 135 – Extratores de vários tipos

Os extratores, para além de atuarem na remoção das peças, trabalham como elemento de gravação, impedindo a saída de plástico. Porém, têm ainda outro parâmetro relevante, visto que permitem o escape de gases.

Neste molde pode verificar-se a existência de extratores dos canais (Figura 136), ou quebragitos, com a função de remover o material plástico do macho e, em simultâneo, quebrar as ligações entre os canais e as peças.

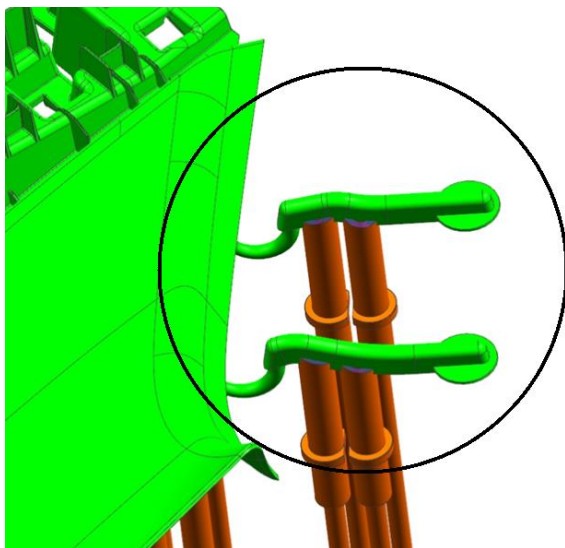


Figura 136 – Localização dos extratores dos canais

A figura 136 mostra os extratores numa peça, tendo outros quatro extratores na peça simétrica, fazendo um total de 8 extratores para a extração dos canais.

3.8.4.2 Movimentos à extração

Os movimentos à extração (Figura 137) têm como função principal efetuar as desmoldagens de zonas pertencentes às peças, que não permitem a execução das suas desmoldagens diretamente pelos machos e cavidades, logo, com estes mecanismos consegue-se desmoldar contra saídas. Em suma, com o avanço da extração, este tipo de movimentos, em simultâneo com os extratores, colaboram na remoção das peças.

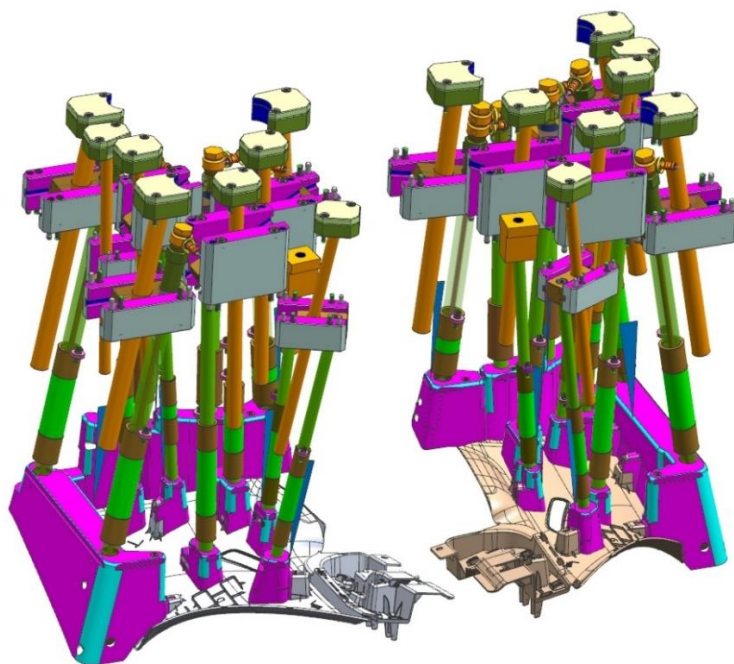


Figura 137 – Movimentos à extração das peças

3.8.4.3 Movimentos mecânicos

Os movimentos mecânicos, à semelhança dos movimentos à extração, são componentes que permitem a moldação de contra saídas na peça plástica. Com a abertura do molde, as guias na cavidade obrigam o movimento a deslizar no sentido oposto às peças, desmoldando assim as mesmas.

No molde em estudo, foram utilizados dois movimentos mecânicos, para desmoldar uma zona da peça a injetar (Figura 138).

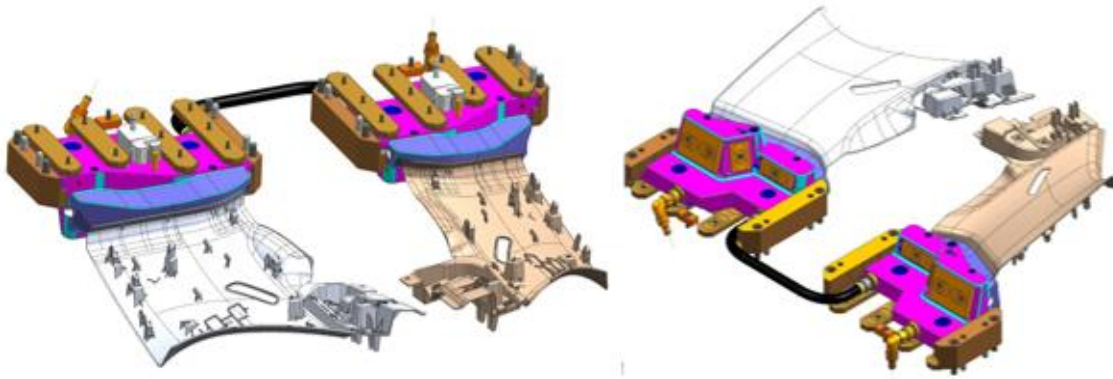


Figura 138 – Movimentos mecânicos e peças, vistas de dois ângulos diferentes

3.8.4.4 Levantadores

Os levantadores atuam linearmente na extração das peças e servem apenas para remover a peça do macho, não para desmoldar contra saídas. São diretamente montados nas placas de extração.

No macho foi utilizado um levantador para auxiliar a extração das peças (Figura 139).

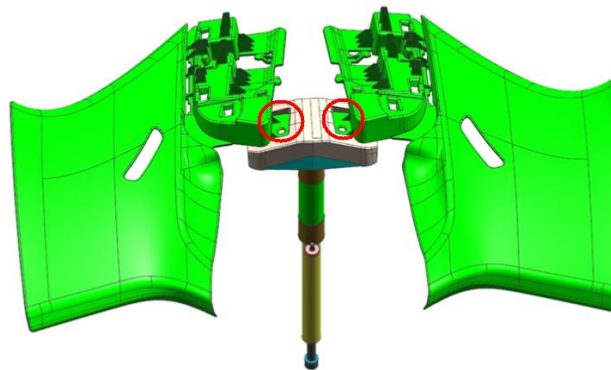


Figura 139 - Levantador

Assinalado a vermelho (Figura 139), encontram-se as zonas críticas onde foi necessário recorrer a um levantador para ajudar na extração da peça.

3.8.5 Refrigeração do molde

O molde é composto por vários circuitos de refrigeração ao longo das suas zonas de gravação, desde os movimentos à extração até aos hidráulicos, passando pelas cavidades e machos. A função dos circuitos de refrigeração é arrefecer o material injetado através da transferência de calor por condução entre os furos mandrilados e a gravação que suporta o polímero. Porém,

quantos mais circuitos tiver o molde, melhor será o arrefecimento. No entanto, a falta de espaço limita esta teoria. Os diâmetros dos furos variam entre os 12 mm e os 20 mm de diâmetro. O fluido de refrigeração usado é o mais económico, a água da rede. Geralmente, as entradas e saídas de água situam-se do lado oposto do operador, mas, neste caso, foram concebidas para o fundo do molde. As figuras 140 e 141 representam o molde com as respectivas ligações de refrigeração.

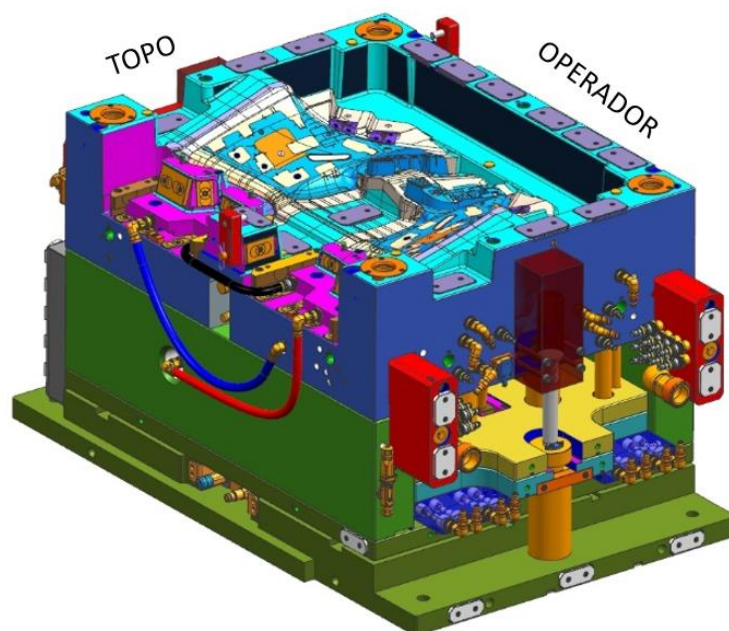


Figura 140 – Lado fixo (macho), entradas e saídas de águas no fundo do molde

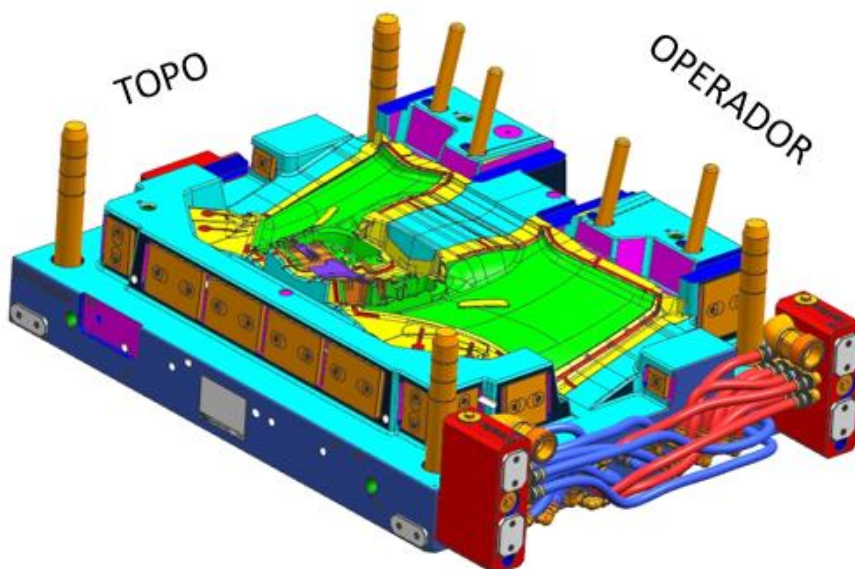


Figura 141 – Lado móvel (cavidade), entradas e saídas de água no lado oposto ao topo

Circuitos de 1 a 9

Estes circuitos refrigeram a cavidade (Figura 142).

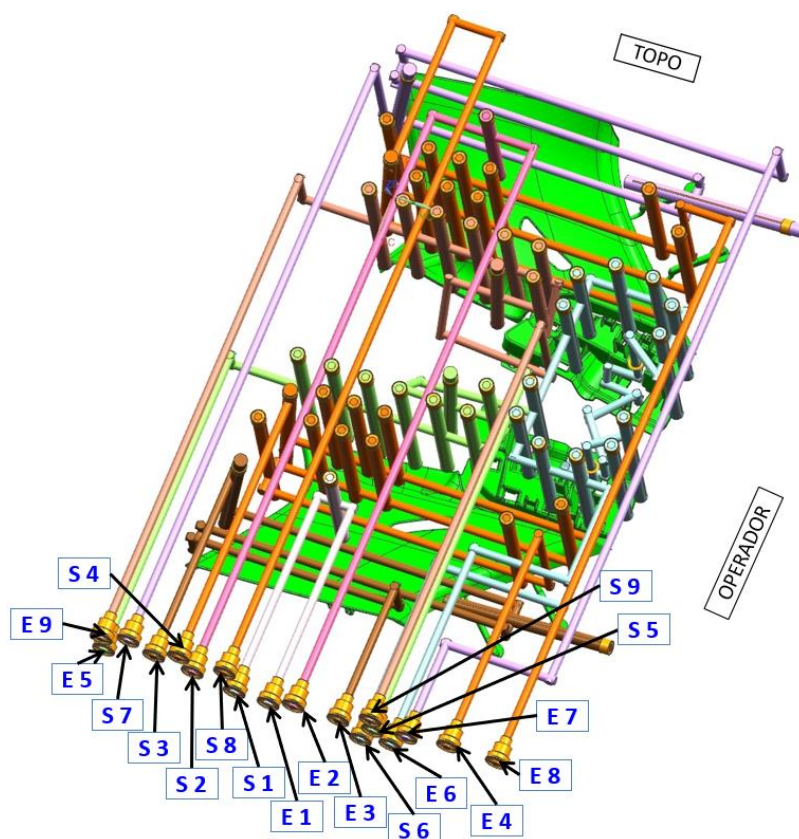


Figura 142 – Circuitos de refrigeração da cavidade com as entradas (E) e saídas (S)

Circuitos de 10 a 14

Estes circuitos refrigeram o macho (Figura 143).

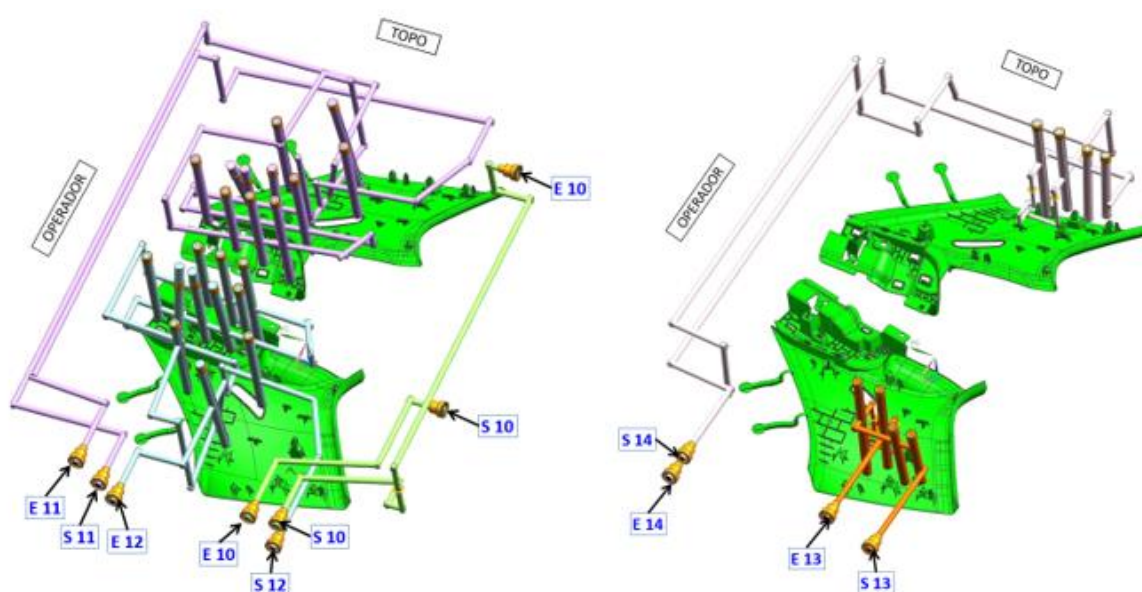


Figura 143 – Circuitos de refrigeração do macho com as entradas (E) e saídas (S)

Circuitos de 15 a 18

Estes circuitos são responsáveis por refrigerar os movimentos à extração que necessitam de refrigeração (Figura 144).

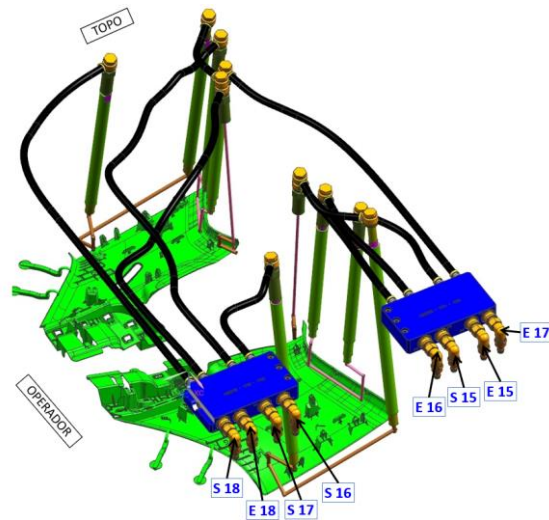


Figura 144 – Circuitos de refrigeração dos movimentos à extração

3.8.6 Hidráulicos do molde

A seleção do tipo de cilindros é normalmente realizada caso a caso, dependendo do número de mecanismos do molde, da dimensão das placas de extração, do custo e da experiência anterior na realização de peças similares.

Os cilindros hidráulicos para o molde devem estar de acordo com o CEM, o qual requer a utilização da marca HPS.

A figura 145 ilustra o sistema hidráulico do molde em estudo.

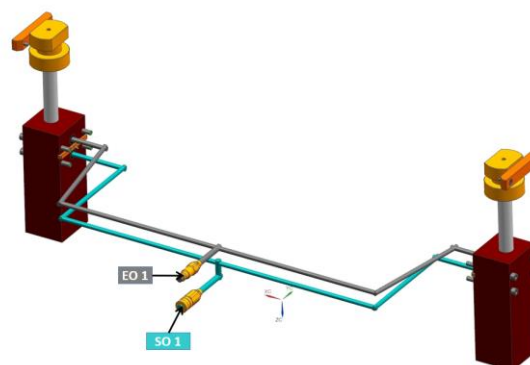


Figura 145 – Circuitos hidráulicos para extração

3.8.7 Placas de pressão, ajustamento e guiamento

As placas de ajustamento (Figura 146) garantem que o molde fecha devidamente ajustado e centrado. São as placas de maior importância, quando o molde vai a prensa. Estes acessórios

são sempre nitrurados para aumentar a resistência ao desgaste, devido ao deslizamento a que estão sujeitos.

As placas de pressão (Figura 147) suportam a força de fecho do molde na máquina de injeção, logo, são placas que sofrem um tratamento termoquímico de cementação para endurecer a superfície do aço. Este tratamento é seguido de uma tempera e posterior revenido.

No que respeita ao guiamento do molde, tem-se de ter em consideração as especificações do CEM. Portanto, os seguintes critérios deverão ser considerados:

- Aplicação de quatro guias cilíndricas na cavidade (Figura 146), estando uma deslocada 5 mm (para prevenir o fecho inadequado do molde);
- Aplicação de casquilhos no macho (Figura 147), para o deslizamento das guias no molde, aquando o seu fecho.

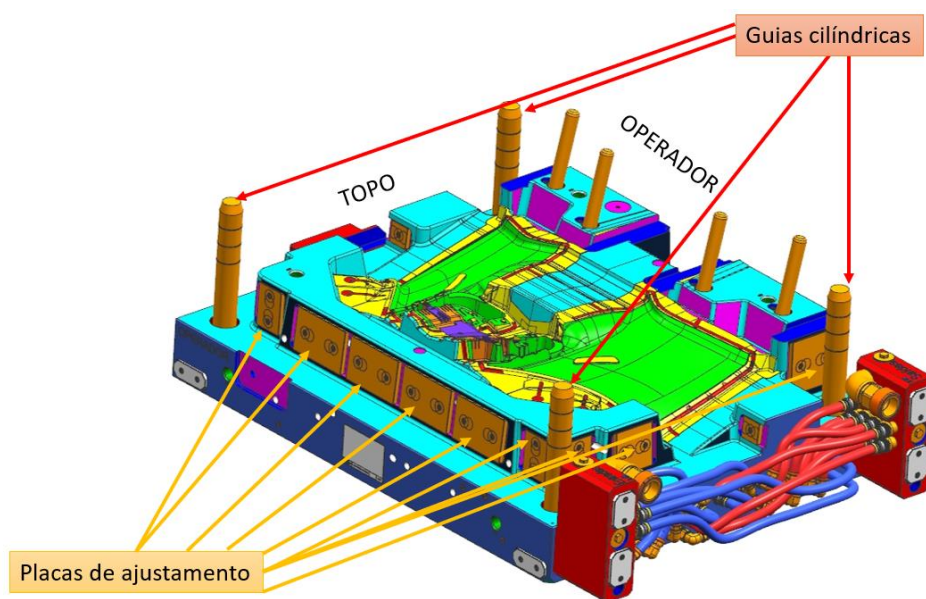


Figura 146 – Representação das guias cilíndricas e das placas de ajustamento

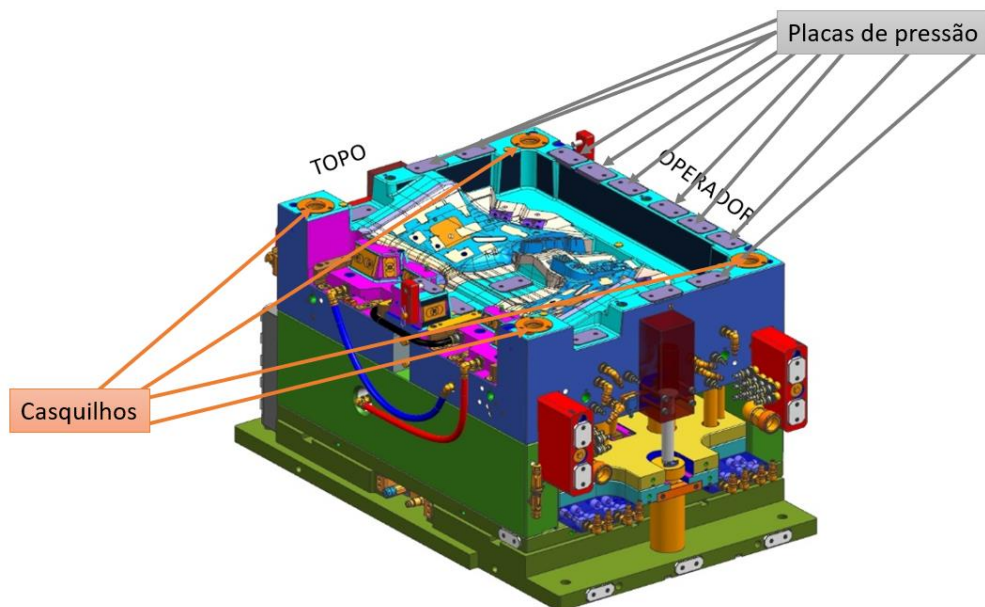


Figura 147 – Representação das placas de pressão e dos casquilhos para as guias cilíndricas

3.9 Montagem do molde

O molde necessita ser montado seguindo uma sequência lógica, evitando assim custo e perdas de tempo indesejáveis. A figura 148 mostra a vista explodida do molde, juntamente com o modelo 3D das peças.

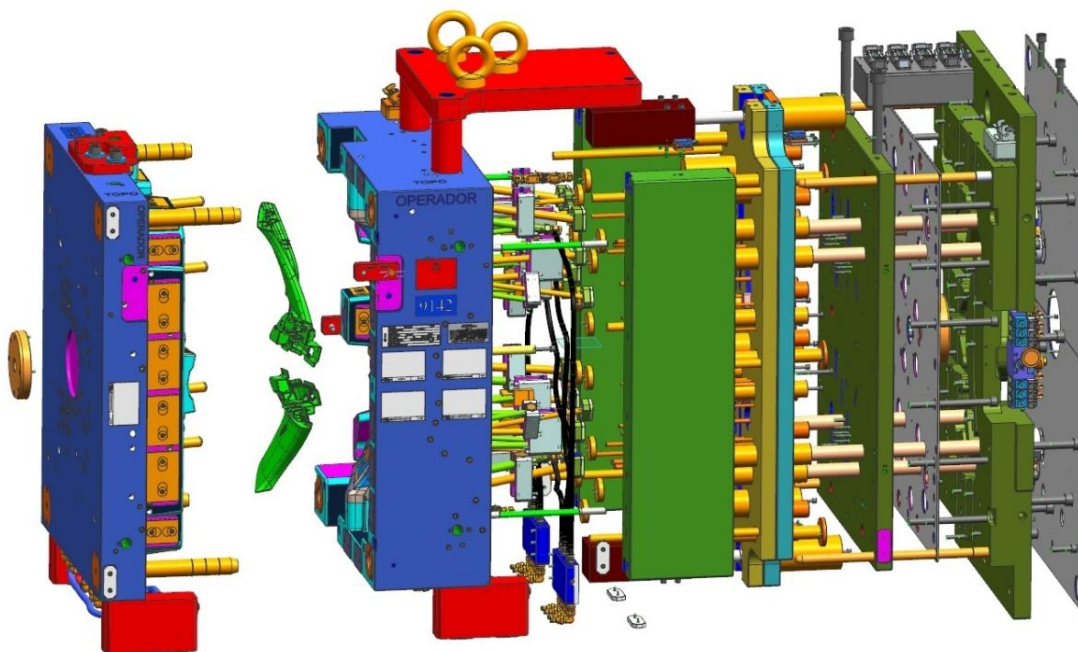


Figura 148 – Vista explodida do molde

Seguidamente, apresenta-se a melhor sequência de montagem do molde.

Tabela 15 – Montagem do Molde

Montagem do molde

Montagem dos calços e apoios na placa intermédia.

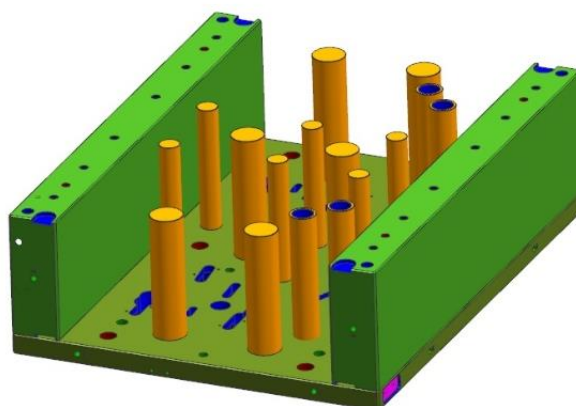


Figura 149 – Conjunto A

Montagem de vários acessórios nas placas de extração.

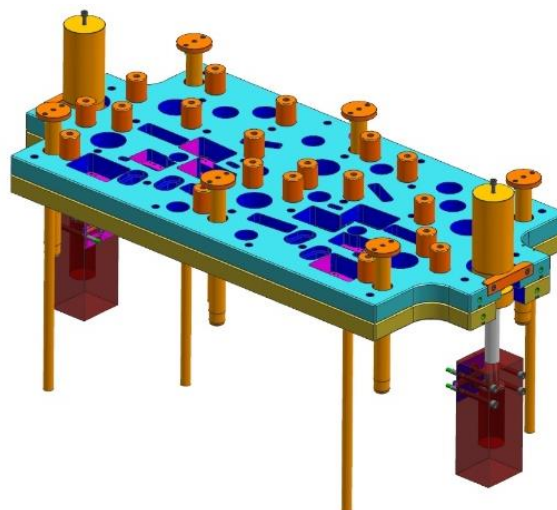


Figura 150 – Conjunto B

Montagem do conjunto B (Figura 149) no A (Figura 150), dando origem ao C.

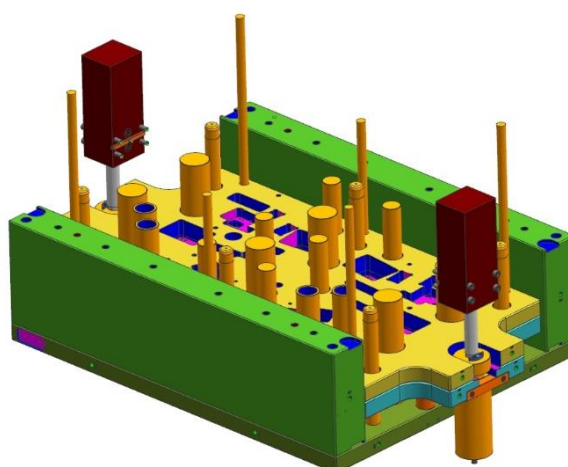


Figura 151 – Conjunto C

Montagem do macho ao conjunto C (Figura 151), dando origem ao conjunto D.

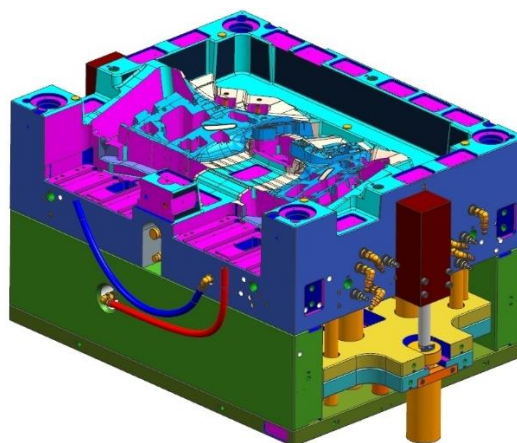


Figura 152 – Conjunto D

Montagem dos movimentos mecânicos no conjunto D (Figura 152), dando origem ao conjunto E.

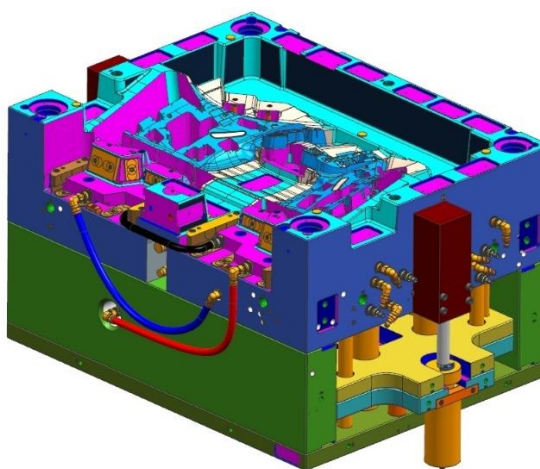


Figura 153 – Conjunto E

Montagem dos postigos, movimentos à extração e do levantador no conjunto E (Figura 153), dando origem ao conjunto F.

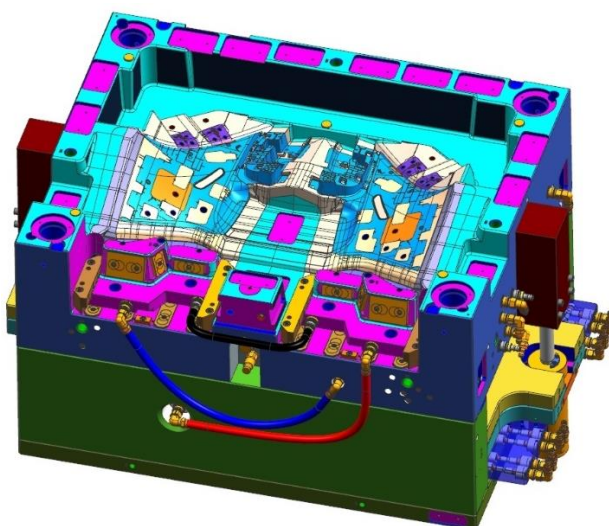


Figura 154 – Conjunto F

Montagem do sistema de injeção na placa responsável pelo seu alojamento



Figura 155 – Conjunto G

Montagem do conjunto E (Figura 154) ao conjunto F (Figura 155), dando origem ao conjunto G.

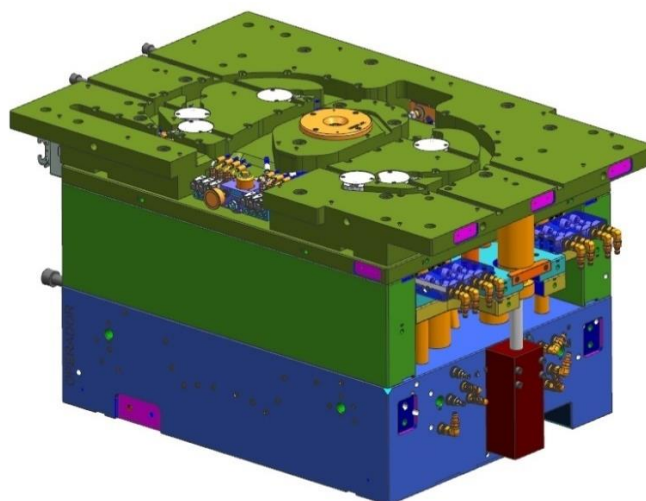


Figura 156 – Conjunto H

Montagem dos restantes componentes no conjunto H (Figura 156), dando origem ao conjunto final do lado fixo.

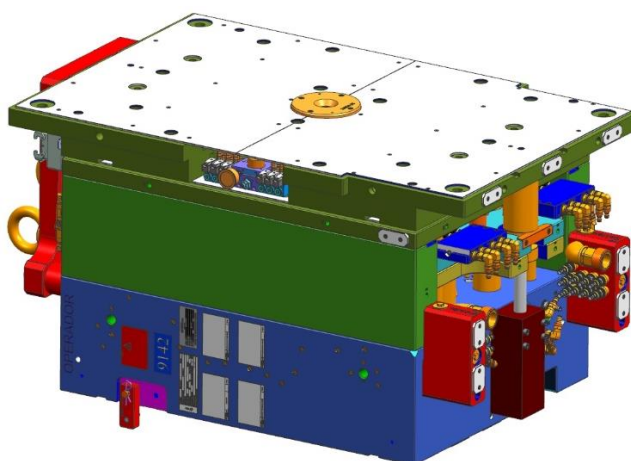


Figura 157 – Conjunto I

Montagem do postigo na cavidade (lado móvel).

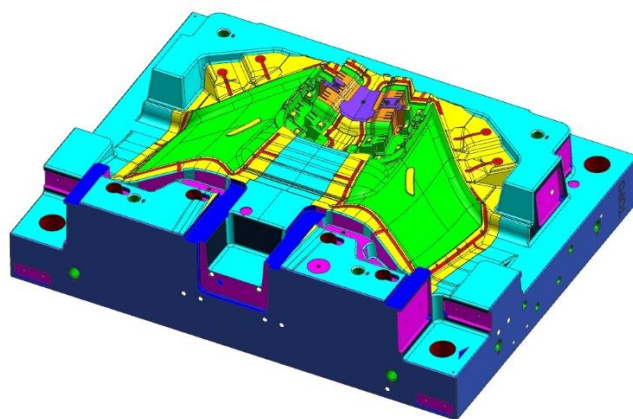


Figura 158 – Conjunto J

Montagem de todos os componentes na cavidade, dando origem ao conjunto final do lado móvel.

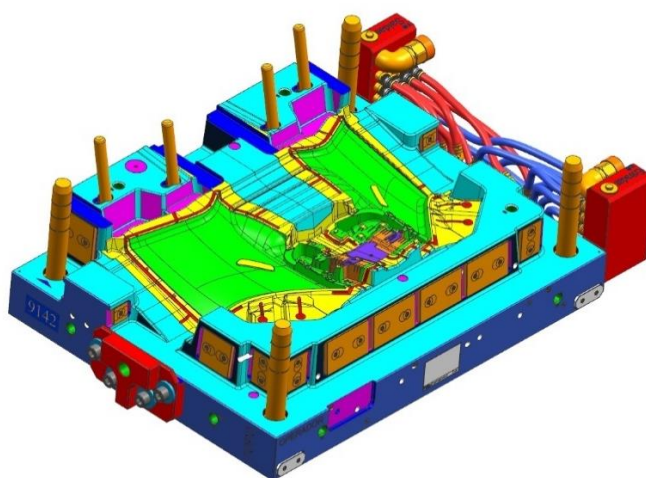


Figura 159 – Conjunto K

Montagem do conjunto K (Figura 159) no conjunto I (Figura 157).

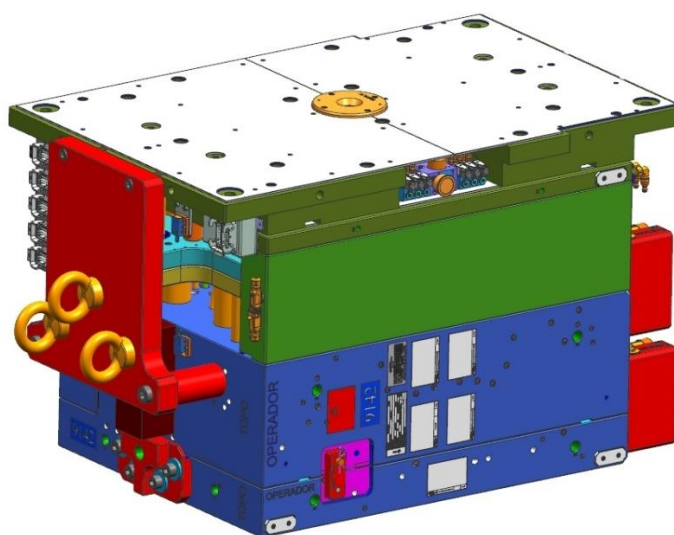


Figura 160 – Conjunto L – Montagem do molde final

3.10 Fabrico do molde

No fabrico do molde, várias foram as etapas ou fases pelas quais passaram os aços requisitados para a sua construção. Resumidamente, pode-se verificar os processos de fabrico envolvidos, assim como componentes *standard* e respetiva montagem (Tabela 16). Tem-se como objetivo, dar uma noção ao leitor de pequenos detalhes fabris, operacionais e construtivos, pertencentes a um lote considerável de informação que envolve a execução de um molde.

Tabela 16 – Fases, componentes e processos de fabrico

Fases	Componentes
Blocos de aço chegados do fornecedor já retificados	
Realização dos desbastes e posteriormente os acabamentos. São efetuadas pínulas para centramento na maquinação.	

Figura 161 – Bloco da cavidade e macho

Figura 162 – Operações de desbaste



Figura 163 – Operações de acabamento

Receção de aço para diversos componentes do molde.



Figura 164 – Blocos de aço em bruto

Eletroerosão em componentes com frisos finos e fundos.



Figura 165 – Maquinação de eléctrodos



Figura 166 – Eletroerosão nos movimentos à extração em processamento

Fresagem convencional.



Figura 167 – Fresagem das barras de segurança do molde

Furação dos circuitos de água na mandriladora (refrigeração).



Figura 168 – Furação da cavidade

Maquinagem de alguns componentes



Figura 169 – Maquinagem de postiços

Polimento e acabamento das superfícies com lixa de diferentes tamanhos de grão até obter o estado superficial requerido.



Figura 170 – Polimento manual



Figura 171 – Polimento na cavidade do molde em estudo

Fabrico dos componentes de
guiamento e deslize.



Figura 172 – Corrediças

Montagem do molde nas bancadas.



Figura 173 – Montagem de acessórios numa placa de extração

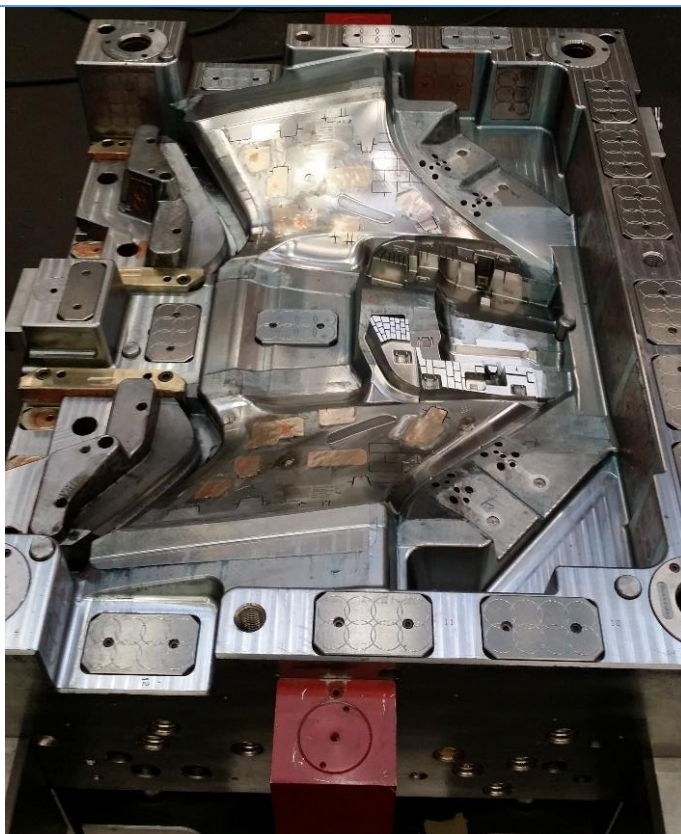


Figura 174 – Montagem do lado fixo (macho)



Figura 175 – Montagem do lado móvel (cavidade)



Figura 176 – Ajustamento do molde na prensa hidráulica

Ajustamento do molde na prensa.



Figura 177 – Molde na prensa apoiado em calços



Figura 178 – Zarcão (azul) usado no aço para acertar ajustes

3.11 Seleção de materiais

A seleção de materiais para os aços usados na construção do molde deve respeitar, tanto a FEM como as especificações do cliente no CEM. Logo, será necessário verificar alguns pontos importantes, tais como:

- Número de injeções expectáveis durante o ciclo de vida do molde;
- Acabamento necessário (dependentes da existência de zonas visíveis ou não);

- Tipos de materiais a injetar;
- Esforços a que o molde estará sujeito;
- Localização geográfica do país em que o molde irá trabalhar (as condições climáticas podem influenciar o seu funcionamento);
- Custos.

Porém, todos os moldes têm uma FEM e um CEM, onde estão descritos quais os materiais a usar no fabrico do molde. Para além disso, aquando da elaboração do desenho preliminar e da sua apresentação, o cliente aprova ou não os aços propostos na FEM ou pelo projetista. Algumas das propriedades mecânicas mais importantes a considerar na seleção dos materiais estão relacionadas com a maquinação, força de fecho, pressão de injeção, entre outras. As propriedades mais importantes a considerar são:

- Módulo de Young (rigidez);
- Tensão limite de fadiga;
- Tenacidade à fratura;
- Resistência à compressão.

Os tratamentos térmicos são um complemento fundamental a estas propriedades, dependendo da sua necessidade ou não.

3.12 Dimensionamento do molde

Neste capítulo vamos abordar apenas as expressões utilizadas na conceção do molde (vd. subcapítulo 2.4).

3.12.1 Dimensionamento das placas

Cálculo da força de fecho

Para este cálculo utilizou-se a expressão (1) do subcapítulo 2.4.1:

$$F = \frac{437\,400 \times 22,98 \times 1 \times 2 \times 1,15}{1000} = 23\,118,34 \text{ kN}$$

O molde está projetado para uma EN600 e uma KM650, aplicando, respetivamente, uma força de 600 Ton e 650 Ton, sendo mais que suficiente perante o resultado obtido no cálculo da força de fecho.

Dimensionamento dos calços e placa macho

Para o dimensionamento dos calços e placa porta machos, é fundamental saber a tensão admissível em cada componente. A tensão admissível será averiguada pela expressão seguinte e completada pelas expressões (2), (3) e (4) do subcapítulo 2.4.2:

$$\sigma_{adm} = \frac{R_m}{CS} \quad (13)$$

Onde:

CS – Coeficiente segurança;

R_m – Tensão de rotura [MPa];

σ_{adm} – Tensão admissível [Mpa].

Para o aço em questão:

$$\sigma_{adm} = \frac{560}{5} = 112 \text{ Mpa}$$

Macho:

Fazemos apenas para a máquina que aplica menos força, 600 Toneladas.

$$\sigma_{adm} = \frac{W \times L}{8Z} \Leftrightarrow 112 = \frac{5883990 \times 690}{8Z} \Leftrightarrow Z = 4\,531\,197,66 \text{ mm}^3$$

$$Z = \frac{B \times d^2}{6} \Leftrightarrow 4\,531\,197,66 = \frac{1\,196 \times d^2}{6} \Leftrightarrow d = 150,77 \text{ mm}$$

A espessura mínima admissível para o macho é de 150,77 mm.

Relativamente aos calços, e considerando a tensão admissível igual à tensão:

$$\sigma = \frac{F}{A} \Leftrightarrow 112 = \frac{5883990}{A} \Leftrightarrow A = 52\,535,63 \text{ mm}^2$$

Logo, os calços deverão ter uma área mínima de 52 535,63 mm². Mais uma vez os requisitos são cumpridos visto que a área dos calços é de 239 200 mm².

Dimensionamento da espessura mínima da cavidade

Para este cálculo utilizaram-se as expressões (11) e (12) do subcapítulo 2.4.7:

A cavidade será um aço cujo módulo de elasticidade é de 210 GPa, sendo que a peça tem dimensões aproximadas de 534x376x167 (comprimento x largura x altura) mm.

$$W = P h \Leftrightarrow W = 22,98 \times 167 = 3\,837,66 \text{ N/mm}$$

$$t = \frac{5 W L^4}{32 E y h}^{1/3} = \frac{5 \times 3\,837,66 \times 534^4}{32 \times 210\,000 \times 0,025 \times 167}^{1/3} \approx 381,70 \text{ mm}$$

A espessura mínima admissível na cavidade é de aproximadamente 381,70 mm.

3.12.2 Dimensionamento do sistema de extração da peça

Força de extração

Pode-se calcular a força da extração, através das expressões (7) e (8) do subcapítulo 2.4.4.

Antes da aplicação das expressões, é calculado o diâmetro do círculo equivalente ao perímetro da cavidade:

$$\text{Perímetro da peça} = 2 \times (534 + 376) = 1\,820 \text{ mm}$$

$$P = \pi \times d \Leftrightarrow 1\,820 = \pi \times d \Leftrightarrow d = 579 \text{ mm}$$

Considerando: $E=1\,480,31 \text{ Mpa}$; $\mu=0,36$; $\nu=0,3868$; $\alpha=85 \times 10^{-6}$

A contração térmica do plástico pode ser calculada por:

$$\Delta t = (\alpha \Delta T) \times d \Leftrightarrow ((85 \times 10^{-6}) \times (230 - 119)) \times (579) = 5,46 \text{ mm}$$

$$F_e = \frac{St E A \mu}{d \left(\frac{d}{2t} - \frac{d}{4t} \nu \right)} = \frac{5,46 \times 1\,480,31 \times 200\,784 \times 0,36}{579 \left(\frac{579}{2 \times 3} - \frac{579}{4 \times 3} \times 0,3868 \right)} = 12\,963,22 \text{ N}$$

O valor de F_e será um valor de referência para o cálculo do dimensionamento dos extratores.

Cálculo do diâmetro mínimo dos extratores

O diâmetro mínimo dos extratores pode-se calcular através das expressões (5) e (6) do subcapítulo 2.4.3.

A partir do valor da força de extração calculado (12 963,22 N), sabe-se que esta será distribuída pelo número de extratores, logo:

$$F = \frac{12\,963,22}{20} = 648,16 \text{ N}$$

$$F = \frac{m \pi^2 E I}{L^2} \Leftrightarrow 648,16 = \frac{1 \times \pi^2 \times 210\,000 \times I}{420^2} \Leftrightarrow I = 55,16 \text{ mm}^2$$

$$I = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow 55,16 = \frac{\pi r^4}{4} \Leftrightarrow r = 2,9 \text{ mm}$$

Logo, conclui-se que $2 \times r = 5,8 \text{ mm}$, ou seja, a medida *standard* mínima permitida é de diâmetro 8 mm, visto não ser comum usar a medida de 6 mm.

Poderiam ser usados extratores de diâmetro 6 mm, visto que este cálculo pode ser combinado com a extração a que será aplicada, ou seja, terá de existir um compromisso entre os extratores e os outros elementos que desempenham funções similares, como os pernos de retorno, levantadores e os próprios movimentos à extração.

No caso do molde em estudo, a força de remoção das peças é maioritariamente fornecida pelos movimentos à extração, já que em cada peça tem 9 movimentos.

3.13 Setores que contribuíram para a realização do molde

A execução do molde começa no departamento técnico, porém, até ao produto final, muitos são os setores que colaboram para a execução do mesmo (Tabela 17).

Tabela 17 – Vários setores da IGM

Setor	Função
Departamento técnico (DT)	- Analisar peça; - Execução do desenho do molde; - Revisões do desenvolvimento do molde em diferentes fases; - Correções ou alterações necessárias;
Departamento de maquinação	- Execução da maquinação e respectivas ferramentas a utilizar; - Executar programas para a maquinação no centro de CNC;



Figura 179 – Departamento técnico

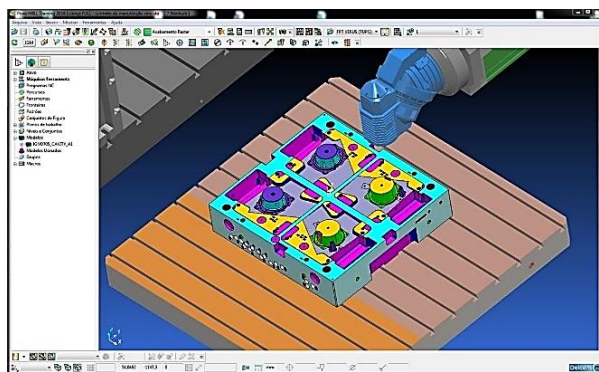


Figura 180 – Exemplo de um molde a ser trabalhado no software Powermill

Armazém e receção do aço

- Rececionar os acessórios e verificar referências e quantidades;
- Armazenar por molde os acessórios recebidos;
- Ferramentas para a montagem dos moldes;
- Armazenar o aço recém-chegado;



Figura 181 – Armazém de ferramentas de montagem



Figura 182 – Receção do aço

Maquinação

- Execução de operações CNC.



Figura 183 – Zona de maquinação

Furação

- Execução dos circuitos de refrigeração do molde;
- Execução dos circuitos para o óleo no molde;



Figura 184 – Máquina de furação



Figura 185 – Furação

Erosão

- Execução de operações de eletroerosão nos componentes que necessitam, frisos finos e profundos.



Figura 186 – Máquinas de eletroerosão

Tornos mecânicos

- Execução de acessórios de pequenas dimensões.



Figura 187 – Torneamento

Fresadoras convencionais

- Execução de acessórios de pequenas dimensões.



Figura 188 – Fresagem

Bancada

- Execução do polimento no molde;
- Montagem do molde;
- Ajustes e pequenos reparos em componentes que possam ter dificuldades de montagem.



Figura 189 – Bancadas

Prensa hidráulica

- Execução do ajustamento do molde.



Figura 190 – Prensa hidráulica

Centro de ensaios

- Execução do ensaio de injeção, com o objetivo de verificar a qualidade da peça e enviar uma quantidade pré-estabelecida, para o cliente.



Figura 191 – Centro de ensaios da Simoldes Plásticos

3.14 Avaliação dos custos

O custo do molde está relacionado com as matérias primas, mão-de-obra e serviços, onde tudo é registado detalhadamente (ver anexo 6.1), sendo importante:

- Matéria prima – A quantidade, dimensões de cada componente e o seu custo;
- Mão-de-obra – Em cada operação, são registados os tempos e o custo por hora;
- Serviços – Cada serviço tem um custo, como por exemplo, tratamento térmico, os ensaios, transporte do molde, etc.

Tendo em conta o anexo 6.1:

- Matéria prima: 44 070,04 €
- Mão-de-obra: 81 325,00 €
- Serviços: 14 329,84 €

A partir dos valores acima representados, o custo total do molde foi de 139 724,88 €, tendo se gasto um tempo total de aproximadamente 2 343 h.

3.15 Ensaios do molde

O molde foi ensaiado na Inplas Indústria de Plásticos, S.A, empresa que pertence ao Grupo Simoldes, e que se dedica a injeção de plástico.

No ensaio pretende-se verificar possíveis defeitos, localizando-os para posterior correção. Seguidamente, a tabela 17 mostra o molde a ensaiar.

Tabela 18 – Ensaio do molde

Descrição	Figura
Molde montado na máquina de injeção	
	Figura 192 – Molde aberto com a extração avançada

Máquina de injeção

Figura 193 – Máquina injetora KM650

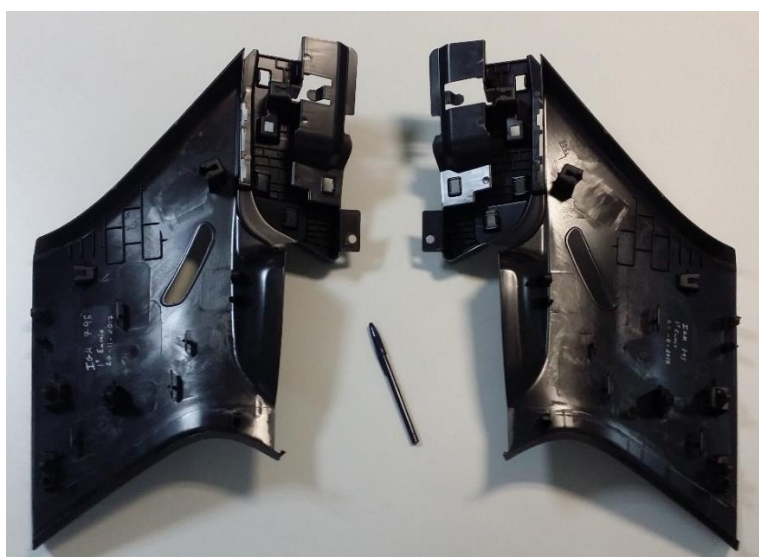
**Peças retiradas do
1º ensaio**

Figura 194 – Vista do lado do macho



Figura 195 – Vista do lado da cavidade

O primeiro ensaio foi bastante positivo, foram enviadas o número de peças estabelecidas para o cliente, sendo registados alguns defeitos, tais como:

- Raspados;
- Rebarbas;
- Marcas de maquinação.

O que implicou um conjunto de correções:

- Verificar ajustamento dos componentes;
- Polir todas as superfícies e frisos;
- Abrir fugas de gases em toda a volta das peças.

Depois de se executar todas as correções no molde, é realizado novo ensaio, para verificar se os defeitos estão superados.

O molde é homologado pelo cliente, sendo, por consequência, exportado para a Simoldes França, quando este entenda que as peças conferem a qualidade pretendida.

4 CONCLUSÃO

A finalidade de um molde de injeção é a obtenção de cadências elevadas de peças plásticas a um custo reduzido. No entanto, para obter essas cadências a indústria está dependente da geometria da peça, das suas dimensões, do tipo de material a injetar e da qualidade final exigida pelo cliente.

A geometria da peça define a estrutura do molde, como dimensões e existência ou não de movimentos de extração e de gravação. O uso de elementos de extração aumenta exponencialmente o custo do molde, pois existe um maior número de componentes a maquinar e ajustar, incrementando as horas necessárias de maquinagem.

A fase de projeto exigiu extremos cuidados na tomada de decisões, atendendo a que todas as alterações dão origem a custos, e podem vacilar a satisfação do cliente. De salientar que, no decorrer do projeto analisado, foram adotados os melhores processos de fabrico, garantindo desta forma a qualidade exigida pelo cliente.

No desenvolvimento deste projeto, embora se trate de uma peça bastante complexa, não foram exigidas CAC's.

Dada complexidade da peça e os vários problemas que iam aparecendo ao longo do caminho, foi um projeto bem conseguido, quer em termos de prazos quer na resolução desses mesmos problemas.

A oportunidade de estagiar na IGM foi fulcral, para a realização deste trabalho devido às suas instalações e pelos excelentes profissionais que nela colaboram. Esta experiência fez-me evoluir tanto a nível pessoal como profissional, preparando-me para a realidade que é trabalhar na indústria dos moldes e suas envolventes.

Durante a execução do molde e ao longo do trabalho que fui desenvolvendo senti algumas dificuldades na aplicação dos conceitos teóricos porque, na maioria dos casos, a experiência sobrepõe-se à teoria. Gostei de todas as etapas de execução do molde, mas senti-me mais confortável a fazer todos os componentes moldantes do molde, desde a execução da junta da peça para a separação de macho e cavidade até à modelação de todos os mecanismos necessários para combater as contra saídas apresentadas pela peça.

Pelo trabalho que desenvolvi durante o estágio, juntamente com a realização do presente relatório, tive a oportunidade de ser colaborador da IGM, que prontamente aceitei, dado que se tornou um dos meus objetivos pessoais durante o estágio.

Todo o conhecimento e experiência adquiridos desde que comecei esta jornada, mudaram a minha visão do mundo dos moldes, onde as coisas não são tão fáceis como parecem, e exigem seguir um vasto conjunto de regras e parâmetros pré-estabelecidos.

Em suma, foi um estágio bem sucedido porque estou satisfeito com o trabalho realizado, que me deixou só com perspetivas positivas em relação ao futuro.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

5.1 Bibliografia

Ashby, M. F. (2011). *Materials Selection in Mechanical Design (4ª ed.)*. Oxford: Butterworth-Heinemann.

Campo, E. A. (2006). *The Complete Part Design Handbook (1ª ed.)*. Ohio: Hanser Gardner.

CENTIMFE. (2003). *Manual do Projetista para Moldes de Injeção de Plástico*. Marinha Grande.

Cruz, S. d. (2002). *Moldes de Injeção Termoplásticos*. Hemus.

Davidson, J. K. (2005). *Models for Computer Aided Tolerancing in Design and Manufacturing*. Springer.

Drobny, J. G. (2007). *Handbook of Thermoplastic Elastomers*. Norwich, NY: PDL - Plastics Design Library.

Dubois, J. H. (2013). *Plastics Mold Engineering Handbook (4ª ed.)*. Springer-Verlag: New York Inc.

Gingery, V. R. (1997). *The Secrets of Building a Plastic Injection Molding Machine. (1ª ed.)*.

Glanvill, A. B., & Denton, E. N. (1970). *Moldes de Injeção - Princípios e Projetos Básicos*. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

Goodship, V. (2004). *Practical Guide to Injection Moulding*. Shawbury, Shrewsbury, Shropshire, SY4 4NR, UK.

Grupo Simoldes. (2017). *Manual de Acolhimento do Grupo Simoldes. Um Pouco da História do Grupo Simoldes*.

Grupo Simoldes - Tool Division. (2017). *Caderno Técnico*.

Grupo Simoldes Plastic Division. (2016). *Caderno de Encargos de Moldes. Moldes Bi-Injeção*.

Harada, J. (2004). *Moldes para Injeção de Termoplásticos - Projetos e Princípios Básicos (1ª ed.)*. São Paulo: Artliber.

Kutz, M. (2011). *Applied Plastics Engineering Handbook (1ª ed.)*. William Andrew Publishing.

Manrich, S. (2005). *Processamento de Termoplásticos: Rosca Única, Extrusão & Matrizes, Injeção & Moldes*. São Paulo: Artliber Editora.

Mittal, V. (2011). *High Performance Polymers and Engineering Plastics*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey: Scrivener Publishing LL **Moura, M. F., Morais, A. B., &**

Magalhães, A. G. (2005). *Materiais Compósitos - Materiais, Fabrico e Comportamento Mecânico* (2ª ed.). Porto: Publindústria, Edições Técnicas.

Neto, H. (2014). *Um Olhar Sobre a Indústria de Moldes* (1ª ed.). Lisboa: Gradiva.

Park, H.-S., & Dang, X.-P. (2011). *Design and Simulation-Based Optimization of Cooling Channels for Plastic Injection Mold*.

Rosato, D. V., Rosato, M. G., & Rosato, D. V. (2012). *Injection Molding Handbook*. Springer-Verlag: New York Inc.

Silva, S. L. (2009). *Sistemática para o Projeto do Sistema de Refrigeração de Moldes para Injeção de Polímeros*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Smith, W. F. (1998). *Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais* (3ª ed.). Lisboa: McGraw-Hill.

Soares, P. (2009). *AÇOS - Características, Tratamentos* (6ª ed.). Porto: Publindústria.

Xu, J. (2011). *Microcellular Injection Molding*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.

5.2 Outras fontes de informação

Balluff. (2017). *Produtos e serviços*. Obtido de Balluff Controles Elétricos Ltda: <http://www.balluff.com/local/br/home/#/services/s2-2>

Cumsa. (2017). *Innovative Solutions for Your Molds*. Obtido de CUMSA - Innovative Solutions for Your Molds: <https://www.cumsa.com/>

DME. (2017). *Moldes e Componentes*. Obtido de Início • DME Europe: <http://www.dmeeu.com/pt/produtos/d/index/moldes-e-componentes>

Harting. (2017). *Pushing Performance*. Obtido de Harting Iberia <http://www.harting.es/pt/conectores/>

Hasco. (2017). *Enabling with System*. Obtido de HASCO Portal | Homepage: <https://www.hasco.com/hasco/pt/>

HPS. (2017). *Design e fabricação de CILINDROS E CONECTORES*. Obtido de HPS Portugal: Início: <http://www.hps-portugal.com/gamstand.html>

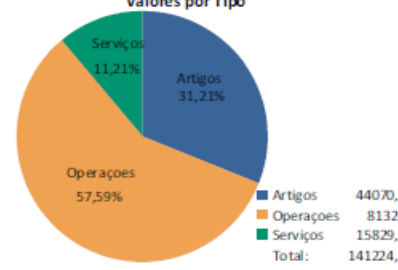
i-mold. (2017). *MOLDING INNOVATIONS MADE BY I-MOLD*. Obtido de <http://www.i-mold.de/en/>

Marques, L. (2017). *Universidade de Évora • Departamento e Centro de Química*. Retrieved from Química para todos: <http://www.videos.uevora.pt/oquesaopolimeros.pdf>

- MatWeb. (2016).** *Santoprene® 121-75M100 Thermoplastic Elastomer*. Obtido de Datasheet: <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?MatGUID=a3ddfe6f129d44b7955bd22736bb8822>
- Meusbarger. (2017).** *Standard parts for Die and Mould making*. Obtido de <http://www.meusbarger.com/pt.html>
- Mittal, V. (2011).** *High Performance Polymers and Engineering Plastics*. John Wiley & Sons Inc.
- Mold-Tech. (2017).** *Services Overview*. Obtido de <http://www.mold-tech.com/services/overview.php>
- Parker. (2017).** *FITTINGS*. Obtido de <http://ph.parker.com/pt/pt/fittings>
- Rabourdin. (2017).** *RABOURDIN - Vous créez le monde, nous en créons les pièces*. Obtido de <https://www.rabourdin.fr/>
- Reinert, A. F. (2017).** *Moldes Injeção Plásticos*. Obtido de Revista Ferramental: <http://moldesinjecao plasticos.com.br/estudo-da-fase-de-recalque-no-processamento-por-injecao-de-polimeros-termoplasticos/>
- RESINEX Group. (2017).** *Distribution of Plastics & Elastomers*. Retrieved from Resinex: <http://www.resinex.pt/tipos-de-polimeros/tpe.html>
- Sandretto. (2015).** *Cálculo da força de fechamento (Escolha da máquina)*. Obtido de <http://www.sandretto.com.br/site/estudos/NotasdeInjecao-CalculodeForcadeFechamento2010.pdf>.
- Sankyo. (2017).** *Standard Components for Plastic Moulds*. Obtido de Online catalog & Download - SANKYO OILLESS English: http://english.sankyo-oilless.com/download/ej_04#p01
- Staubli. (2017).** *Fast Moving Technology*. Obtido de <http://www.staubli.com/en/connectors/quick-couplings/cooling-line-coupling/rpl-full-flow/>
- Synventive. (2017).** *Products*. Obtido de Hot Runner Systems - Component Overview: <http://www.synventive.com/>
- Tudo sobre Plásticos. (2016).** *MOLDES PARA INJEÇÃO DE PLÁSTICOS*. Obtido de <http://www.tudosobreplasticos.com/moldes/moldes.asp>

6 Anexos

6.1 Orçamento fabril

Orçamento Fabril				Data de Fecho do Orçamento :										
Nº Pedido :	2016/3180													
Opção :	1 - Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16													
Nº Orc. :	2	Revisão :	A	Data : 1º Ensaio Sem.:										
Cliente Final :	14 - SIMOLDES PLÁSTICOS, SA													
Projecto :	D34P2X - D34P24													
Peça Espec. :														
Abertura de Pedido :	Lucia	Orçamentista :	aalmeida											
Template Estrutura : 010201 - ESTR Normal Peças em Y Extracção Simples Templ. Comp. Est. : 100102 - ESTR Normal Extr. Simples-Medio Standard : 010102 - Std Simoldes Molde Medio Ed. Ficha Técnica : 4 Dimensões do Molde : Dim. X 1.129,000 Dim. Y 1.396,000 Dim. Z 1.045,000 Peso 8,36 [Ton] Cavidades : 1+1 (2 Cav. diferentes) 														
Movimentos														
Mecânicos :	2	Hidráulicos/Pneumáticos :	0	Extracção : 14 Levantadores : 4										
Sistema de Injecção														
Artigo :	023100600002 - SI valvigate with pre-wiring (nozzles lenght<40													
Nº Bicos :	4	Marca :	ver cad encargos											
Hidráulico														
Marca :														
Dados Ensaio														
Máquina :	KM 1000 - Maquina de Ensaio KM 1000													
Serviço :	S10200100006 - Serviço ensaio máquina 1000 Ton													
Nº Ensaio :	5	Qtd. Inj. :	250	Nº Horas : 10										
Textura														
Cavidade :	P181													
Macho :														
Valores por Tipo  <table border="1" style="font-size: small;"> <thead> <tr> <th>Tipo</th> <th>Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Artigos</td> <td>44070,0</td> </tr> <tr> <td>Operações</td> <td>81325</td> </tr> <tr> <td>Serviços</td> <td>15829,8</td> </tr> <tr> <td>Total:</td> <td>141224,9</td> </tr> </tbody> </table>					Tipo	Valor	Artigos	44070,0	Operações	81325	Serviços	15829,8	Total:	141224,9
Tipo	Valor													
Artigos	44070,0													
Operações	81325													
Serviços	15829,8													
Total:	141224,9													
Dados de Peça														
Nº Linha	Nº Peça	Descrição	Versão	Edição F.D.	Qtd.	Temp. Comp.	R.L.							
1	1	Peça Principal		2	2	200801 - MC Medio Cmplx Normal (1 cav)	A							
Artigos														
<u>Tp. Componente</u>	<u>Descrição</u>	<u>Valor</u>												
001	M.P. de Estrutura	5.433,15												
002	M.P. de Gravação	12.606,14												
003	Acessórios	5.799,79												
020	Cilindros	2.534,40												
004	Sistema de Injecção	17.696,56												
Valor Orçamentado :		44.070,04												
Serviços														
<u>Tp. Serviço</u>	<u>Descrição</u>	<u>Valor</u>												
001	Ensaio	5.500,00												
002	Textura	8.000,00												
003	Tratamentos Térmicos	279,84												
004	Transporte de Molde	1.500,00												
012	Serv.c/possib. fabrico int.mas subc. ext	250,00												
027	Gravações a Laser	300,00												
Valor Orçamentado :		15.829,84												

Orçamento Fabril

Data de Fecho do Orçamento :

Nº Pedido : 2016/3180

Opção : 1 - Gamiture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16

Nº Orc. : 2

Revisão : A

Data :

1º Ensaio Sem.:

Cliente Final : 14 - SIMOLDES PLÁSTICOS, SA

Projecto : D34P2X - D34P24

Peça Espec. :

Abertura de Pedido : Lucia

Orçamentista : aalmeida

Operações			
Op. Operação	Descrição	Tempo	Valor
001	Dep. Técnico - Projecto	235,000	5.875,00
003	Controlo Dimensional	7,000	175,00
005	Preparação de Trabalho (Programas CNC)	78,000	3.120,00
007	Fresagem Maq Médias (CNC + Alt. Vel.)	598,000	37.625,00
008	Fresagem Maq Pequenas (CNC + Alt. Vel.)	229,000	8.780,00
009	Furação (Mandriladoras)	126,000	4.032,00
010	Maq.Convencionais (Torno,Ferram, Rect)	216,000	5.238,00
011	Eléctrodos	52,000	2.340,00
012	Erosão	114,000	3.570,00
013	Polimento	186,000	2.790,00
014	Bancada	502,000	7.780,00
Total Tempo:		2.343,000	Valor Orçamentado : 81.325,00

Valor Total de Orçamento : 139.724,88

Valor Total de Orçamento com Fornecimento e Serviços : 141.224,88

Observações : Orçamento estimativo, baseado no ITS da SP e sketch com imagem da peça! Carece de nova análise aquando recepção do modelo "final".

- A concepção mecânica/ movimentos - é de acordo com a indicação e/ou percepção da imagem do sketch.
- Valor da textura estimado. Calculado a execução na Standex Portugal

- » Revisão A Recepção de novo ITS e modelo 3D peça.
- Atualização das dimensões gerais da peça. Antes - 644x290x186. Agora - 529x348x165.
- Alteração do sistema de injeção, antes - manifold 6 bicos sequencial. Agora - manifold 4 bicos sequencial e alteração de cor.
- Injeção e extração mesmo lado.
- Mecânica - adição de 1 mov. extração + 2 levantadores, p/peça.

Validação

Técnica : _____

Comercial : _____

6.2 FTM

Ficha Técnica de Molde		Nº Molde:	IGM	A/795
Cliente : 13 - SIMOLDES PLASTICOS FRANCE, SARL Gestor Comercial : Ana Maria Bastos - Mecamolde Gestor Proj. : Rui Silva - MDA		País : FRANCE Data Molde :		
Molde				
Descrição : Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16 Tp. Estrutura : Monobloco Cavidades : 1+1 (2 Cav. diferentes) Tp. Molde : 4 - Série		Peças de Versão		
Produção/Injecção				
☒ Cliente : 13 - SIMOLDES PLASTICOS FRANCE, SARL Entidade : País : FR - FRANCE Fábrica :				
Projecto : D34P2X - D34P24 Grp. Peça : Peça Esp. :		Sector : AUTO - Automóvel Caract. Espec. : Tec.Moldação :		
Sistema de Injecção				
Nº Bicos : 6 Tp. Injec. : Valve Gate Lado Injec. : Lado do Macho Marca : Runipsys				
Quantidade Tipo de Entrada (ataque à Peça) 2 Directa 4 Bayer		☐ Vestígio Admissível Valor : (mm)		
Tp. Bico/Sistema : Valve Gate Hidráulico c/ Elect ☒ Electroválvulas Tp. Electroválvulas :		Tipo Canal ☒ Quente ☐ Frio ☐ ND Tipo Bico ☒ Quente ☐ Frio ☐ ND		
		☐ Baixa Pressão ☐ Sensores de Pressão ☐ Bicos Inclinação ☐ Mudança de Cor ☐ Sensores de Temperatura ☒ Estudo Reológico Ligações : Eléctricas & Hidráulicas		
Obs. : - Placa Isolante lado fixo Inj. e Ext do mesmo lado Inj. valvulada				
Sistema de Extracção				
Tp. Extracção : Lado Fixo ☐ Prever Válvula de Ar ☐ Linha de junta escondida Tp. Funcionamento : Robot Tp. Accionamento : Hidráulica				
Marca : ☐ Dupla Extracção Frete da Extracção :				
Hidráulico : Accionamento : Movimentos :				
Mecânicos : 2 Hidráulicos/Pneumáticos : 0 Extracção : 18 Levantadores : 1 Sol. Cinemát. Mld. :				
Obs. :				
Aço - Estrutura				
Artigo : 010100100001 - Aço 1.1730 - rectangular block		Marca :		
Aço - Porta Macho/Cavidade				
Artigo :		Dureza : Inicial Final		
Tp. Tratamento :		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Cavidade				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-325 HB)		Dureza : Inicial 29,0Final 37,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Macho				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-325 HB)		Dureza : Inicial 29,0Final 37,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Postiços				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-325 HB)		Dureza : Inicial 29,0Final 37,0HRC		
Tp. Tratamento : Pré-tratado		Trat. Superficial : Marca :		
Aço - Movimentos				
Artigo : 010101400001 - Aço 1.2738 - rectangular block (hardness supply 280-325 HB)		Dureza : Inicial 29,0Final 37,0HRC		
Tp. Tratamento : Nitruado		Trat. Superficial : Marca :		
Tipo Acabamento				
Polimento da Cavidade :		Polimento do Macho : SPI SPE B-3		
☒ Textura				
Textura da Cavidade : P181		Textura do Macho :		
Obs. : Placa amostra de textura				

Ficha Técnica de Molde

Nº Molde:

IGM

A/795

Ensaio

Nº Ensaio	:	5	Quantidade de Injecção	:	250	Tempo de Ciclos	:	45 (s)
Material Plástico	:	P/E MD10				Contração(%)	:	1,100
Material Plástico 2	:					Contração(%)	:	

Máquina de Injecção para Ensaio

Força : (t) Máquina : Maquina de Ensaio KM 650

Máquina de Injecção do Cliente

Força : 650 (t) Máquina : KM650/EN600

Fornecimentos

Código	Descrição	Grupo	Cliente	Código	Descrição	Grupo	Cliente
1	Estudo preliminar/projecto	X		2	Aços	X	
3	Acessórios eléctricos/Hidr. Se	X		4	Sistema de injecção	X	
5	Textura	X		6	Moldflow		X
7	Controlo Dimensional molde	X		12	Transporte de Peças(Terrestre)		X
14	Estudo Termico (Moldcool)		X	16	Embalagens		X
17	Controlo dimensional de peças		X	18	Material plástico		X
22	Transporte de Molde	X					

Observações de Fornecimentos :

-

Observações

PS047161B008S004_AA38827317.-GARN-AR-CUSTODE-D-AA38827319.FL.-0005CAT.CATPartPS047161B009S003_AA38828900.-GARN-AR-CUSTOD E-G-AA38828907.FL.-0004CAT.CATPart

Proposta:

Orçamento estimativo, baseado no ITS da SP e sketch com imagem da peça! Carece de nova análise aquando recepção do modelo "final".

- A concepção mecânica / movimentos - é de acordo com a indicação e/ou percepção da imagem do sketch.

- Valor da textura estimado. Calculado a execução na Standex Portugal

» Revisão A Recepção de novo ITS e modelo 3D peça.

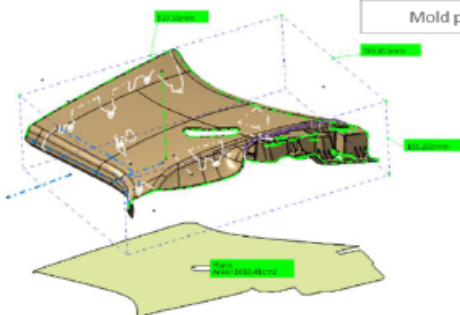
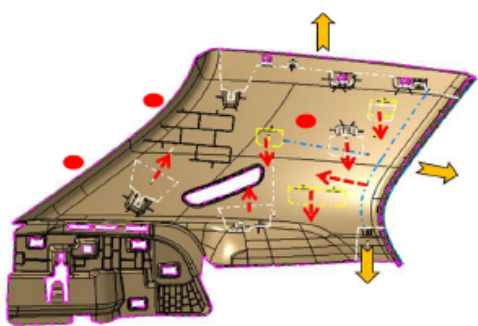
- Atualização das dimensões gerais da peça. Antes - 644x290x186. Agora - 529x348x165.

- Alteração do sistema de injecção, antes - manifold 6 bicos sequencial. Agora - manifold 4 bicos sequencial e alteração de cor.

- injecção e extração mesmo lado.

- Mecanica - adição de 1 mov. extração + 2 levantadores, p/peça.

6.3 FEM

		Ficha de Especificação de Molde		Orçamento ☐ Lançamento ☒	Direção Engenharia																																										
Molde Nº: 9142		Projeto: SP047/16		Fornecedor: IGM																																											
Proto ☐ Série ☒		Plano de Peça ☐ D.F.N ☒		Data de emissão: _____																																											
Nº Cavidades: 1+1		Injetoras Previstas KM650/EN600 ton.		Revisão Nº: Rev.4																																											
Quant. total prevista 336.442 inj.		Dist. horizontal entre colunas 990		Data: _____																																											
Tempo de ciclo previsto 45 s		Dist. vertical entre colunas 920		Início Produção-SOP _____																																											
Local de Produção SPF		Altura máxima do molde 900		Cliente final PSA																																											
Características da Peça																																															
Designação Peça: Garniture de custode DG D34				Brilho (peça): A definir																																											
Material: P/E MD10				Textura/Acab. Cavidade: P181																																											
Contração: 1,1 % Estudo Reológico: Sim Peça para pintar: Não				Textura/Acab. Macho: SPI-SPE B-3																																											
Nº de versões 1 Nº de cores 1 Área Proj: 2036 cm²				Fornecedor: a definir																																											
Ficheiro válido para este documento: PS047161B009S019_002_AA38828907.FL.GARN-AR-CUSTODE-G_0018CAT PS047161B008S022_003_AA38827319.FL.GARN-AR-CUSTODE-D_0021CAT																																															
Especificações do Molde																																															
Aços Estrutura 1.1730/1.2312 Cavidade 1.2738 Macho 1.2738 Mecanismos 1.2738/ampco 83 Placa Amostra Textura Sim			Injeção Nº Pontos/Peça 3 Tipo Bayer/directa Dimensão Ver estudo reologia Posição Conforme ficheiros 3D Bloco Quente Sim Bico Elétrico / Nº de Bicos Sim/6 Alteração Cor Não Inj. Valvulada: Sim Inj. e ext. do mesmo lado: Sim Controle de veloc. Não Placa Isolante: Lado Fixo ☒ Lado Móvel ☐																																												
Prazo Projeto Prelimina CW23		Prazo Acordo Maquinação CW26		Prazo 1ª Peças CW48																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>Customer Name</th> <th>Color</th> <th>Volume (m3)</th> <th>Volume (m3)</th> <th>Weight (kg)</th> <th>Proj area (cm2)</th> <th>Handling/Loading</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P/E</td> <td>P/E---0036</td> <td>HZD</td> <td>412,1</td> <td>2,5</td> <td></td> <td>1083,4</td> <td>P181(7°)</td> </tr> </tbody> </table>						Material	Customer Name	Color	Volume (m3)	Volume (m3)	Weight (kg)	Proj area (cm2)	Handling/Loading	P/E	P/E---0036	HZD	412,1	2,5		1083,4	P181(7°)																										
Material	Customer Name	Color	Volume (m3)	Volume (m3)	Weight (kg)	Proj area (cm2)	Handling/Loading																																								
P/E	P/E---0036	HZD	412,1	2,5		1083,4	P181(7°)																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Part Dim (mm)</th> <th>X</th> <th>Y</th> <th>Z*</th> <th>Sliders Type</th> <th>Symbol</th> <th>Nº</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mold position</td> <td>527,6</td> <td>369,8</td> <td>165,2</td> <td>Mechanical</td> <td></td> <td>3</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Hydraulic</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Ejection</td> <td></td> <td>7</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Lifters</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td colspan="6" style="text-align: right;">Total</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>						Part Dim (mm)	X	Y	Z*	Sliders Type	Symbol	Nº	Mold position	527,6	369,8	165,2	Mechanical		3					Hydraulic		0					Ejection		7					Lifters		0	Total						10
Part Dim (mm)	X	Y	Z*	Sliders Type	Symbol	Nº																																									
Mold position	527,6	369,8	165,2	Mechanical		3																																									
				Hydraulic		0																																									
				Ejection		7																																									
				Lifters		0																																									
Total						10																																									
																																															
																																															
Observações: Ter em conta que as peças não são simétricas.																																															
Presenças	<i>Ilidio Cascais</i>		<i>Rui Silva</i>																																												
	Especialista de moldes e injeção		Fornecedor																																												
1. Caderno de Encargos a Aplicar: CEM Simoldes Plásticos, Revisão em vigor à data de emissão desta FEM 2. O Planning do Molde deve ser entregue dentro do prazo limite de 2 semanas após envio do ficheiro para maquinação.																																															

6.4 Pedido do sistema de injeção

		PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST		ORÇAMENTO / QUOTATION ☒ ENCOMENDA / ORDER ☐			
MOLDE MOULD	795	CLIENTE FINAL FINAL CUSTOMER	PSA	PROJETO PROJECT	D34P2X	GESTOR PROJETO PROJECT MANAGER	Rui Silva
NOME PEÇA PLÁSTICA PART NAME		Garniture de Custode D/G D34				DESENHADOR DESIGNER	
LOCAL DE PRODUÇÃO PRODUCTION PLACE		SPF (FRANÇA)		CADERNO DE ENCARGOS DO CLIENTE A RESPEITAR CUSTOMER'S SPECIFICATIONS TO BE CONSIDERED		SIMOLDES PLÁSTICOS_REV 10	

1 | INFORMAÇÃO SOBRE O MOLDE / MOULD INFORMATION

PESO PEÇA / PART WEIGHT:	419 g	VOLUME / VOLUME:	419 cm ³	ESPESSURA PEÇA / PART THICKNESS:	2,53 mm
VESTÍGIO ADMISSÍVEL (GITO) / SPRUE (ON PART):	☒ SIM / YES	☐ NÃO / NO			
MATERIAL PLÁSTICO / PLASTIC MATERIAL:	P/E MD10		FABRICANTE / PLASTIC MATERIAL SUPPLIER:		
MUDANÇA DE COR / COLOR CHANGE:	☒ NÃO / NO	☐ SIM / YES			
Nº DE INJEÇÕES PARA COMPLETA MUDANÇA DE COR / NO. OF SETS FOR A COMPLETE CHANGE OF COLOR:					
NUMERO CAVIDADES / NR. OF CAVITIES:	1+1				
LADO DA INJEÇÃO / INJECTION SIDE:	☐ CAVIDADE / CAVITY	☒ MACHO / CORE			
TIPO INJEÇÃO / INJECTION TYPE:	☒ AO CANAL / INTO RUNNER	☒ À PEÇA / DIRECT TO PART			
INJEÇÃO SOBRE TECIDO / INJECTION OVER FABRICS:	☐ SIM / YES	☒ NÃO / NO			
MÁQUINA DE INJEÇÃO / INJECTION MACHINE:	KM850 + EN600		APERTO MAGNÉTICO / MAGNETIC CLAMPING:	☐ SIM / YES	☒ NÃO / NO
RAIO INJETOR (MOLDE) / NOZZLE RADIUS (MOULD):	19 mm				
PENETRAMENTO MÁXIMO DO INJETOR DA MÁQUINA / MAXIMUM DEPTH OF THE NOZZLE MACHINE IN THE MOULD:					

2 | INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION

TIPO SISTEMA / TYPE OF SYSTEM			
☐ ABERTO / OPEN			
☒ OBTURADOR / VALVE GATE:	☒ COM ELECTROVÁLVULAS / WITH ELECTROVALVES	☐ INDEPENDENTE / INDEPENDENT	
☐ CONTROLO VELOCIDADE OBTURADOR / VALVE PIN SPEED CONTROL	TIPO DE CONTROLO / TYPE OF CONTROL:		
☐ Nº DOS BICOS A SEREM CONTROLADOS / NOZZLE NUMBERS FOR CONTROL:			
LIGAÇÕES / CONNECTIONS		Electroválvulas / Electrovalves	
☐ NÃO / NO	☐ SIMPLES EFEITO / SIMPLE	MARCA / BRAND:	
☒ HIDRÁULICAS / HYDRAULIC	☐ DUPLO EFEITO / DOUBLE	MARCA / BRAND:	
☒ ELÉTRICAS / ELECTRIC			
☐ PNEUMÁTICAS / PNEUMATIC			
GAMA DE FORNECIMENTO / SYSTEM SERIAL			
☐ NORMAL / NORMAL			
☒ INTEGRADO C/ PLACAS / WITH BACK PLATES			
☒ COM CALHAS + FICHAS ELÉTRICAS / WITH GROOVES AND ELECTRIC SOCKETS			
Nº. MÁXIMO DE ZONAS / MAXIMUM NUMBER OF ZONES		POTÊNCIA MÁXIMA POR ZONA / MAXIMUM POWER (WATTS) PER ZONE	2300
ESTUDO REOLÓGICO / MOLDFLOW STUDY	☐ NÃO / NO	☒ SIM (EM ANEXO) / YES (ATTACHED)	



PEDIDO DE SISTEMA DE INJEÇÃO INJECTION SYSTEM REQUEST

3 | INFORMAÇÃO SOBRE O SISTEMA DE INJEÇÃO / INJECTION SYSTEM INFORMATION

Nº BICOS / Nº OF NOZZLES		6	
ESPESSURA DAS PLACAS / PLATES THICKNESS:			
(b):	File + PDF	mm	
(c):	File + PDF	mm	
ALURA DOS BICOS (A) / NOZZLES HEIGHT (A) 1 File + PDF 2 File + PDF 3 File + PDF 4 File + PDF 5 File + PDF 6 File + PDF 7 8 9 10 11 12 13 14			
NOTA: O SISTEMA DE INJEÇÃO DEVERÁ SER FORNECIDO COM O COMPRIMENTO DOS BICOS CORTADOS À COTA. NOTE: THE HOTRUNNER WILL BE SUPPLIED WITH THE NOZZLES LENGTH CUT ACCORDING DIMENSION.			

4 | OUTRAS ESPECIFICAÇÕES (RACCORS, FICHAS ELÉTRICAS,...) / OTHER SPECIFICATIONS (CONNECTORS, ELECTRICAL SOCKETS, ...)

O SISTEMA DEVE SER FORNECIDO COM TODOS OS INTERFACES MOLDE/MÁQUINA DE ACORDO COM AS ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE.
THE SYSTEM HAS TO BE SUPPLIED WITH ALL THE TOOL/MACHINE INTERFACES ACCORDING THE CUSTOMER SPECIFICATIONS.

O SISTEMA DEVE SER SEMPRE FORNECIDO COM UMA ANILHA DE VEDAÇÃO E CASO EXISTAM PONTREIRAS ESPECIAIS, DEVERÃO SER FORNECIDAS PELO FABRICANTE.
THE HOTRUNNER MUST ALWAYS BE SUPPLIED WITH A SEALING RING AND IN CASE THERE ARE SPECIAL TIPS, THESE MUST BE PROVIDED BY THE SUPPLIER.

O FICHEIRO 3D NEGATIVO DEVE SER FORNECIDO COM RAIOS DE CANTO:
THE 3D NEGATIVE FILES MUST BE SUPPLIED WITH A RADIUS OF THE CORNER:

OUTROS ANEXOS E INFORMAÇÕES FORNECIDAS / OTHER ATTACHED INFORMATION ☒ SIM / YES ☐ NÃO / NO

NOS ANEXOS INCLUIR / IN THE ATTACHED PAGES INCLUDE:

- ☒ DETALHE ZONA A INJECTAR / INJECTION ÁREA DETAIL (SCALE 1:1)
- ☒ VISTA LADO DAS CAIXAS, COM DIMENSÕES DA ÁREA PARA A SUA COLOCAÇÃO / ELECTRICAL BOX SIDE VIEW, WITH DIMENSIONS FOR APPLIANCE
- ☒ POSIÇÃO CAIXAS ELÉTRICAS / ELECTRIC BOX POSITION
- ☒ TOPO / OPERADOR / TOP / OPERATOR
- ☒ DIMENSÕES MÁXIMAS MOLDE / MAXIMUM MOULD DIMENSIONS

ANEXOS VISTO POR / ATTACHED VIEW: ☒ PL. JUNTA / PLATE ☐ BICO MÁQUINA / MACHINE NOZZLE

DADOS A FORNECER PELO FORNECEDOR DO SISTEMA / SUPPLIER MUST SEND THE FOLLOWING

DESENHOS 2D EM PAPEL / 2D DRAWINGS (PAPER) ☒	FICHEIRO 3D PARASOLID / 3D DRAWINGS FILE PARASOLID ☒
DESENHOS 2D EM FICHEIRO / 2D DRAWINGS (FILE) ☒	FICHEIRO 3D STEP203 / 3D DRAWINGS FILE STEP203 ☒
PLACA METÁLICA COM ESQUEMA ELÉTRICO / METALIC PLATE WITH THE ELECTRIC SCHEME ☒	

5 | PRAZOS / DEADLINES

DATA PRETENDIDA PARA 1º ESTUDO PROJETO DO SI / TARGET DATE FOR 1ST HOTRUNNER STUDY PROJECT:

DATA PRETENDIDA PARA PROJETO FINAL DO SI / TARGET DATE FOR FINAL HOTRUNNER STUDY PROJECT:

PRAZO DE ENTREGA DO SI (PELAS COMPRAS) / DELIVERY TIME FOR HOTRUNNER:

ELABORADO POR / MADE BY: _____ DATA / DATE: _____

O NOSSO DEPARTAMENTO TÉCNICO NÃO VERIFICA A PARTE ELÉTRICA/HIDRÁULICA. O CUMPRIMENTO DAS ESPECIFICAÇÕES DO CLIENTE É DA INTEIRA RESPONSABILIDADE DO FORNECEDOR DO SISTEMA.

SIMOLDES TOOL DIVISION'S TECHNICIAN DOES NOT CHECK THE ELECTRIC AND HYDRAULIC COMPONENTS. THE SUPPLIER IS RESPONSIBLE FOR BUILDING THE INJECTION SYSTEM ACCORDING TO OUR CUSTOMER GENERAL SPECIFICATION

6 | NO ACTO DA ENCOMENDA DO SISTEMA DE INJEÇÃO / AT THE MOMENT THE HOTRUNNER IS ORDERED

ACEITAÇÃO DAS CONDIÇÕES ESPECIFICADAS PARA A CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE INJEÇÃO / ACCEPTANCE OF THE CONDITIONS SPECIFIED TO BUILD THE HOTRUNNER

ASSINATURA DO FORNECEDOR / SIGNATURE OF SUPPLIER: _____ DATA / DATE: _____

Nota: Devolver este documento à Simoldes, devidamente assinado pelo Responsável da Empresa fornecedora / Remark: send this document back to Simoldes, duly signed by the supplier's representative.

FG 17 | 2/2

6.5 Revisão do projeto preliminar



Revisão de Projeto - Preliminar

Molde nº	IGM 0795
Projeto	D34-P24_SP047/16
Desig. Peça	Garniture de Custode DG D34
Cliente	Simoldes Plasticos
Empresa	IGM

	Revisão	Fecho
Data		
%PV	100%	100%
OK	80%	80%
NA	20%	20%
NOK	0%	0%

Pto	Pontos a verificar	Revisão	Fecho	Observações
1	Verificação de dados			
1.1	Modificações à peça (funcionamento / construção)	OK	OK	
1.2	Ficheiro utilizado para realização do Preliminar	OK	OK	Ref: P50471610065013_AA30627317 / 50471610065011_AA30625900
1.3	Contração aplicada	OK	OK	Valor: 1,1% (1,011)
1.4	Índice/Data da Ficha Técnica	OK	OK	Índ: 4
1.5	Superfícies visíveis da peça	OK	OK	
1.6	Salida da peça (para ajustamento e textura)	OK	OK	
1.7	Peças identificadas (Esq./dir. ou peças diferentes no molde)	OK	OK	
1.8	Linha de junta (existem linhas junta peça que não estão aprovadas pelo cliente)	OK	OK	
1.9	Desenho de peça	NA	NA	
1.10	Caso a peça tenha tecido, qual a espessura a considerar?	NA	NA	Valor:
2	Estrutura e construção do molde			
2.1	Dimensões da estrutura vs Máquina de Injeção	OK	OK	
2.2	Fixação à máquina / Aperto rápido (placas ou plots, outros)	OK	OK	Aperto rápido
2.3	Força de fecho da máquina	OK	OK	
2.4	Posicionamento da peça no molde (cliente ou proposta)	OK	OK	
2.5	Centramento e travamento	OK	OK	
2.6	Proteção de junta	OK	OK	
2.7	Guiamento do molde (guias cilíndricas / prismáticas)	OK	OK	
2.8	Guias 20mm mais altas que o elemento mais avançado no momento do fecho	OK	OK	
2.9	Cinemática	OK	OK	
2.10	Materiais e tratamentos	OK	OK	
2.11	Ligas especiais	NA	NA	
2.12	Cursos dos movimentos	OK	OK	
2.13	Topo do molde	OK	OK	
2.14	Espaço para ligações de água / óleo / ar	OK	OK	
2.15	Olhais de manutenção (Lado operador e oposto operador)	OK	OK	
2.16	Versões (peça, Injeção, aperto à máquina, etc.)	NA	NA	
2.17	Placas de isolamento (cavidade, macho, Intermediárias, laterais)	OK	OK	
2.18	Pré-reserva de aços	NA	NA	
2.19	Pré-corte do aço (indicar componentes e fornecer detalhe)	NA	NA	
2.20	Está a ser usado critério uniforme relativamente a outros moldes do mesmo projecto	NA	NA	
3	Injeção			
3.1	Estudo reológico	OK	OK	
3.2	Sistema de Injeção	OK	OK	
3.3	Tipo de entrada	OK	OK	
3.4	Quantidade de entradas	OK	OK	
3.5	Localização de entradas	OK	OK	
3.6	Anilha de centragem	OK	OK	
3.7	Ralo do bico	OK	OK	
4	Extração			
4.1	Sistema de extração (mecânica, hidráulica)	OK	OK	
4.2	Curso de abertura da máquina vs espaço para robot retirar a peça	OK	OK	
4.3	Curso de extração	OK	OK	
4.4	Pernos de retorno (diâmetro, posição, quantidade)	OK	OK	
4.5	Molas nos pernos de retorno	OK	OK	
4.6	Placas de extração embutidas	NA	NA	
4.7	Guias de extração (posição, quantidade, fixação, norma CT)	OK	OK	
4.8	A peça fica do lado da extração	OK	OK	
4.9	Dupla extração para tubulares	NA	NA	
4.10	Anilha de centragem	OK	OK	
4.11	KO's	NA	NA	

FG 22 X 1/3



Revisão de Projeto - Preliminar

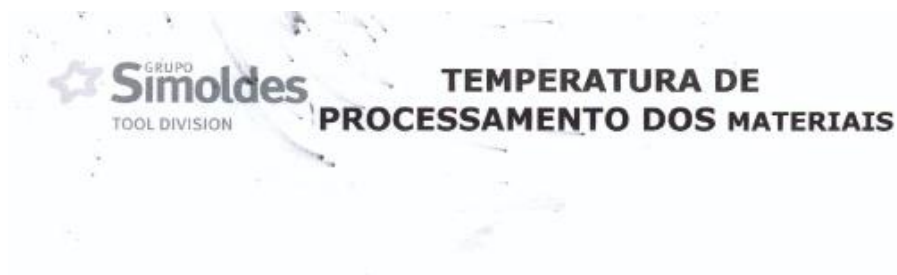
Molde nº	IGM 0795
Projeto	D34-P24_SP047/16
Desig. Peça	Garfure de Custode DG D34
Cliente	Simoldes Plásticos
Empresa	IGM

	Revisão	Fecho
Data		
%PV	100%	100%
OK	80%	80%
NA	20%	20%
NOK	0%	0%

Pto	Pontos a verificar						Revisão	Fecho	Observações
5	Outros								
5.1	Especificações do cliente (SI, extração, cilindros, acessórios, STD's etc.)						OK	OK	
5.2	Relatórios do cliente e análise de peça						OK	OK	
5.3	Empostar zonas frágeis e funcionais						NA	NA	
5.4	Documento "FG121-1_ApresentaçãoPreliminarTipo" elaborado.						OK	OK	
6	Preocupações Ambientais CICLO DE VIDA DO MOLDE >>> CONCEÇÃO E DESENVOLVIMENTO								
6.1	Economia de matérias-primas / recursos naturais (dimensionamento, pré-formas de fornecimento, etc)						OK	OK	
6.2	Realização económica em termos energéticos (simplificação/redução de operações de maquinaria)						OK	OK	
6.3	Mecanismos de adionamento previstos, energeticamente eficientes (evitar o uso de fontes de energia externas à máquina de injeção, como hidráulicos, pneumáticos, etc.)						OK	OK	
6.4	A "Ficha de Desmantelamento do Molde" (FG 184) é adequada para este molde?						OK	OK	
7	Análise Consumo de Açós (componentes 100 e 200)								
7.1	Cotas Orçamento	MACHO	X	Y	Z	(mm)	% REDUÇÃO		
		CAVIDADE	1196	929	365	405.545.660,0			
7.2	Cotas propostas	MACHO	1196	930	344	382.624.320,0			
		CAVIDADE	1196	930	315	350.368.200,0			
7.3	Cotas finais após Rev. Preliminar	MACHO	1196	930	345	383.736.600,0		0%	
		CAVIDADE	1196	930	315	350.368.200,0		0%	
7.4	Cotas finais após análise pelo Cliente	MACHO	1196	930	346	384.848.880,0		1%	
		CAVIDADE	1196	930	311	345.919.080,0		-1%	

Nota: o fecho dos pontos pode ser feito neste documento ou nos documentos que suportam os mesmos (imagens, ppts...) com indicação de "OK" e rubrica. Todos os pontos deverão ser fechados no limite até ao 1º ensaio do molde.

6.6 Temperatura de processamento de materiais



Materiais	Sigla	Temperatura de trabalho (°C)	Temperatura molde (°C)	Contração (%)	Densidade Sólido (g/cm³)	Tempo de estufagem (h)	Temperatura de estufagem (°C)
Poliétileno de Baixa densidade	PEBD	140 - 260	10 - 24	1,5 - 3,0	0,95	N/A	N/A
Poliétileno de Alta Densidade	PEAD	140 - 260	10 - 24	1,5 - 5,0	0,97	N/A	N/A
Polipropileno Homopolímero	PP Homo	220 - 280	10 - 24	1,0 - 2,5	0,91	N/A	N/A
Polipropileno Copolímero	PP Copo	220 - 280	10 - 24	2,0 - 2,5	0,91	N/A	N/A
Poliestireno Cristal	PSc	180 - 280	70	0,4 - 0,7	1,04 - 1,05	1 - 2	60 - 80
Poliestireno de Alto Impacto	PSAI	180 - 260	60	0,4 - 0,7	1,03 - 1,06	1 - 2	60 - 80
Copolímero de Acrilonitrila Butadieno e Estireno	ABS	230 - 260	60 - 80	0,4 - 0,7	1,08	2 - 4	80 - 100
Copolímero de Estireno e Acrilonitrila	SAN	190 - 280	80	0,5 - 0,7	1,08	2 - 4	60 - 80
Poliâmida 6 (nylon 6) + Fibra de Vidro	PA 6+GF 30%	240 - 280	70 - 80	1,4 - 2	1,4	2 - 3	80 - 100
Polipropileno + Fibra de Vidro	PP+GF 30%	200 - 280	60 - 80	0,8 - 2	1,14	2 - 3	80 - 100
Poli(tetrafluoretileno)	PTFE	320 - 360	200 - 230	3,5 - 6,0	2,17	N/A	N/A
Poli(Metacrilato de Metila)	PMMA	240 - 260	60 - 70	0,1 - 0,8	1,18	6 - 10	80 - 100
Poli(Óxido de Metileno) (Poliacetal)	POM	160 - 220	60 - 80	1,9 - 2,3	1,42	1 - 2	80 - 100
Polycarbonato	PC	260 - 290	60 - 90	0,8	1,2	2 - 3	80 - 100
Poli(Tereftalato de Etileno)	PET	220 - 260	10 - 24	1,2 - 2,0	1,37	4 - 6	80 - 100
Poliâmida 6 (nylon 6)	PA 6	240 - 280	60 - 80	0,5 - 2,2	1,14	2 - 3	80 - 100
Poliâmida 6.6 (Nylon 6.6)	PA 6.6	240 - 280	60 - 80	0,5 - 1,5	1,65	2 - 3	80 - 100
Acrilonitrilo/Estireno/Éster Acrílico	ASA/PC	240 - 280	70 - 80	0,4 - 0,7	1,04 - 1,06	2 - 4	80 - 100
Etileno-Butadieno-Dieno	EPDM	190 - 250	10 - 24	0,6 - 0,8	1,08	2 - 3	80 - 100
Polipropileno com carga	PPT-16	220 - 280	10 - 24	1,0	1,2	2 - 3	80 - 100

* Desumidificado

NOTA : Valores orientativos, não dispensa a consulta da ficha técnica do material específico a utilizar.

6.7 Lista de materiais

IGM - Indústria Global de Moldes SA

LISTA DE MATERIAL

Desenhador		Verificado		Data		Cliente SIMOLDES PLASTICOS FRANCE, SARL				
Designação Molde Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						Nº Molde 795		Página 1/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0004		Placa Intermédia da Estrutura		1	1196 x 930 x 50	1730		180 - 230 HB		
0005		Calço		1	1196 x 120 x 306	1730		180 - 230 HB		
0006		Calço		1	1196 x 120 x 306	1730		180 - 230 HB		
0011		Placa de extração		1	1431 x 680 x 50	1730		180 - 230 HB		
0014		Placa de extração (suporte extractores)		1	1431 x 680 x 46	1730		180 - 230 HB		
0018		Placa de Alojamento do Sistema de Injeção		1	1520 x 990 x 120	1730 / Runipsys		180 - 230 HB		
0019		Apoio		4	64x64x316	T_RK442-Ø63.5xØ43.5				
0020		Apoio		6	Ø80x306	1730 Calib				AP-80x306
0021		Apoio		6	Ø50x306	1730 Calib				AP-50x306
0023	LPI	Guia principal		4	621-50x100x400	Rabourdin				
0026		Casquilho da guia principal		4	1005-50x100	Rabourdin				
0037		Anilha de centragem		1	Ø200x32	1730 Calib / Runipsys				
0037		Anilha de centragem		1	Ø200x32	1730 Calib / Runipsys				
0038		Anilha de centragem		1	Ø200x32	1730				ACE-200-40-32
0042		Pés do molde		1	270 x 80 x 192	1730		180 - 230 HB		
0043		Pés do molde		1	270 x 80 x 192	1730		180 - 230 HB		
0044		Pés do molde		1	270 x 80 x 172	1730		180 - 230 HB		
0044A		Pés do molde		1	270 x 80 x 172	1730		180 - 230 HB		
0049		Placa de ajustamento do molde		4	100x150x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-100x150
0050		Placa de ajustamento do molde		2	100x100x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-100x100
0051		Placa de ajustamento do molde		2	125x120x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-125x120
0052		Placa de ajustamento do molde		4	70x100x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-70x100
0053		Placa de ajustamento do molde		2	50x100x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-50x100
0054		Placa de ajustamento do molde		3	50x80x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-50x80
0055		Placa de ajustamento do molde		2	50x50x12	2312	Nitrurado	700 - 900 HV		PA-50x50
0070		Placa de isolamento		1	1166x900x6	Durotherm				
0071		Placa de isolamento		1	745x960x6	Durotherm				
0072		Placa de isolamento		1	745x960x6	Durotherm				
0085		Placa de pressão		4	Ø110x12	2738				PCP-4
0086		Placa de pressão		14	70x120x12	2312	Pré-tratado			PP-70x120
0087		Placa de pressão		1	50x120x12	2312	Pré-tratado			PP-50x120

Designação Molde							Nº Molde		Página	
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16							795		2/11	
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0100		Cavidade		1	1196 x 930 x 315	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0100A		Postiço da cavidade		1	228 x 105 x 114	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0200		Macho		1	1196 x 930 x 344	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0200A		Postiço do Macho		1	89 x 98 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0200B		Postiço do Macho		1	89 x 98 x 131	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB		
0200C		Postiço do Macho		1	83 x 31 x 70	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200D		Postiço do Macho		1	83 x 30 x 61	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200E		Postiço do Macho		1	82 x 31 x 67	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200F		Postiço do Macho		1	82 x 30 x 63	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200G		Postiço do Macho		1	83 x 31 x 70	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200H		Postiço do Macho		1	83 x 30 x 61	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200I		Postiço do Macho		1	82 x 31 x 67	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0200J		Postiço do Macho		1	82 x 30 x 63	2711	Pré-tratado	360 - 400 HB		
0300		Movimento mecânico		1	309 x 119 x 255	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0301		Movimento mecânico		1	309 x 119 x 255	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0340		Guia inclinada		4	APD 30x200	DME				
0365		Placa de ajustamento Mov. Mecânico		2	70x100x12	2312	Nitrado	700 - 900 HV		PA-70x100
0366		Placa de ajustamento Mov. Mecânico		2	40x60x12	2312	Nitrado	700 - 900 HV		PA-40x60
0367		Placa de ajustamento Mov. Mecânico		2	30x80x12	2312	Nitrado	700 - 900 HV		PA-30x80
0385		Placa de deslize Mov. Mecânico		4	40x170x12	B CB63				PD-40x170x12
0386		Placa de deslize Mov. Mecânico		4	40x225x12	B CB63				PD-40x225x12
0405		Correção do Mov. Mecânico		2	40x170x66	B CB63				CM-5-170-30-55
0406		Correção do Mov. Mecânico		2	40x230x66	B CB63				CM-5-230-60-85
0425		Casquilho da guia inclinada		4	1007-30x49	Rabourdin				
0440		Placa da guia inclinada		4	Ø25x7	1730 Calib				PFC-3
0455		Batente do movimento mecânico		2	40 x 20 x 15	1730				BM
0460		Retentor do Mov. Mecânico		2	PSM 0003	DME				
0470		Perno do retentor mov.mecânico		2	712-10-100	Rabourdin				
0500		Movimento à extração		1	44 x 81 x 70	MoldMax XL				
0501		Movimento à extração		1	44 x 81 x 70	MoldMax XL				
0502		Movimento à extração		1	48 x 42 x 62	MoldMax XL				
0503		Movimento à extração		1	48 x 42 x 62	MoldMax XL				
0504		Movimento à extração		1	76 x 36 x 53	MoldMax XL				
0505		Movimento à extração		1	76 x 36 x 53	MoldMax XL				
0506		Movimento à extração		1	328 x 147 x 142	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0507		Movimento à extração		1	328 x 147 x 142	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0508		Movimento à extração		1	78 x 54 x 67	MoldMax XL				

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		3/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0509		Movimento à extracção		1	78 x 54 x 67	MoldMax XL				
0510		Movimento à extracção		1	35 x 51 x 80	MoldMax XL				
0511		Movimento à extracção		1	35 x 51 x 80	MoldMax XL				
0512		Movimento à extracção		1	43 x 41 x 73	MoldMax XL				
0513		Movimento à extracção		1	43 x 41 x 73	MoldMax XL				
0514		Movimento à extracção		1	68 x 93 x 93	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0515		Movimento à extracção		1	68 x 93 x 93	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0516		Movimento à extracção		1	194 x 103 x 132	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0516		Movimento à extracção		1	196 x 109 x 147	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0517		Movimento à extracção		1	194 x 103 x 132	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0517		Movimento à extracção		1	196 x 109 x 147	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0540		Levantador		1	172 x 82 x 73	2738	Nitrado	700 - 900 HV		
0580		Correção do Mov. Extracção		4	0x0x0	2311				
0581		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0582		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0583		Correção do Mov. Extracção		1	0x0x0	2311				
0584		Correção do Mov. Extracção		1	0x0x0	2311				
0585		Correção do Mov. Extracção		1	0x0x0	2311				
0586		Correção do Mov. Extracção		1	21x95x76	2311	Pré-tratado			
0587		Correção do Mov. Extracção		4	0x0x0	2311				
0588		Correção do Mov. Extracção		4	0x0x0	2311				
0589		Correção do Mov. Extracção		1	21x95x76	2311	Pré-tratado			
0590		Correção do Mov. Extracção		1	21x95x76	2311	Pré-tratado			
0591		Correção do Mov. Extracção		1	0x0x0	2311				
0592		Correção do Mov. Extracção		1	0x0x0	2311				
0593		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0594		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0594A		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0594B		Correção do Mov. Extracção		2	0x0x0	2311				
0595		Carrinho		2	39x45x57	LC18				
0596		Carrinho		2	39x48x74	LC18				
0597		Carrinho		2	59x57x106	LC18				
0598		Carrinho		2	39x51x74	LC18				
0599		Carrinho		2	39x51x74	LC18				
0600		Carrinho		2	59x72x107	LC18				
0601		Carrinho		2	59x72x107	LC18				
0602		Carrinho		2	48x47x60	LC18				

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		4/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
0603		Carrinho		2	48x47x60	LC18				
0604		Carrinho		1	49x43x93	LC18				
0605		Carrinho		1	49x43x93	LC18				
0606		Carrinho		1	49x43x93	LC18				
0607		Carrinho		1	49x43x93	LC18				
0615		Veio movimento à extracção		2	Ø16x374.23	INA(g6)				
0616		Veio movimento à extracção		2	Ø20x439.56	INA(g6)				
0617		Veio movimento à extracção		2	Ø16x390.32	INA(g6)				
0618		Veio movimento à extracção		2	Ø20x439.56	INA(g6)				
0619		Veio movimento à extracção		2	Ø25x430	2738	Nitrurado	700 - 900 HV		
0620		Veio movimento à extracção		2	Ø16x438.5	INA(g6)				
0621		Veio movimento à extracção		2	Ø16x341.74	INA(g6)				
0622		Veio movimento à extracção		2	Ø25x493	2738	Nitrurado	700 - 900 HV		
0623		Veio movimento à extracção		2	Ø25x506	2738	Nitrurado	700 - 900 HV		
0624		Veio movimento à extracção		2	Ø25x374	2738	Pré-tratado	700 - 900 HV		
0625		Veio movimento à extracção		2	Ø25x394	2738	Pré-tratado	700 - 900 HV		
0640		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø16x381	INA(g6)				VRM-16x381
0641		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø20x376	INA(g6)				VRM-20x376
0642		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø20x376	INA(g6)				VRM-20x376
0643		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø25 x 384	INA(g6)				
0644		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø16 x 429	INA(g6)				
0645		Veio de reforço do Mov. Extracção		2	Ø16 x 428	INA(g6)				
0646		Veio de reforço do Mov. Extracção		4	Ø25 x 387	INA(g6)				
0665		Casquilho do mov. à extracção		16	Ø22x40	Bronze CB3				CL-16x40
0666		Casquilho do mov. à extracção		8	Ø28x40	Bronze CB3				CL-20x40
0667		Casquilho do mov. à extracção		4	Ø35x35	Bronze CB3				CL-25x35
0668		Casquilho do mov. à extracção		8	Ø35x40	Bronze CB3				CL-25x40
0669		Casquilho do mov. à extracção		4	Ø35x80	B CB3				
0670		Casquilho do levantador		2	Ø35x40	Bronze CB3				CL-25x40
0675		Placa do Mov. Extracção/Levantador		8	Ø15x5	1730 Calb				PFC-1
0676		Placa do Mov. Extracção/Levantador		4	Ø20x5	1730 Calb				PFC-2
0677		Placa do Mov. Extracção/Levantador		2	Ø20x5	1730 Calb				PFC-2
0678		Placa do Mov. Extracção/Levantador		4	Ø20x5	1730 Calb				PFC-2
0679		Placa do Mov. Extracção/Levantador		1	Ø20x5	1730 Calb				PFC-2
0680		Placa do Mov. Extracção/Levantador		4	0x0x0	1730 Calb				PFC-2
0685		Chaveta do mov. Extr/Levantador		4	32x10x10	2738	Pré-tratado			CHVP-16-10-Tipo B
0686		Chaveta do mov. Extr/Levantador		2	35x10x10	2738				CHVP-20-10-Tipo B

Designação Molde						Nº Molde		Página	
Gamiture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		5/11	
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Standard Interno
							Descrição	Dureza	
0687		Chaveta do mov. Extr/Levantador		1	40x12x12	2738			CHVP-25-12-Tipo8
0695		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		4	Ø22x70	T_Aço esp 1.5mm			EC-16-70
0696		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		2	3/4"x100	T_Aço 3/4"			EC-20-100
0697		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		2	3/4"x50	T_Aço 3/4"			EC-20-60
0697A		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		2	Ø34.5x20	T_RK442-Ø42.4xØ28.2			EC-25-20
0697B		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		2	Ø22x30	T_Aço esp 1.5mm			EC-16-30
0697C		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		4	Ø34.5x90	T_RK442-Ø42.4xØ28.2			EC-25-90
0697D		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		1	Ø34.5x86	T_RK442-Ø42.4xØ28.2			EC-25-86
0697E		Espaçador Casquilho Mov. Extr. / Levar		2	Ø22x20	T_Aço esp 1.5mm			EC-16-20
0699		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60x50x10	1730			PVR2-16
0699A		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60x50x20	1730			PVR1-16-28.2-10
0699C		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	60x50x10	1730			PVR2-20
0699D		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	60x50x20	1730			PVR1-20-29.7-2.0
0699E		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	70x60x10	1730			PVR2-25
0699F		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60x50x10	1730			PVR2-16
0699G		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60x50x20	1730			PVR1-16-29.1-5
0699H		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60 x 50 x 10	1730			
0699I		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	60 x 50 x 20	1730			
0699J		Outros elementos do mov. Extr/levant		8	1/4"	Dowty			
0699K		Outros elementos do mov. Extr/levant		16	3/8"	Dowty			
0699L		Outros elementos do mov. Extr/levant		8	34982-17-6	Parker			
0699M		Outros elementos do mov. Extr/levant		8	Sextavado 24x60	CK45K			
0699N		Outros elementos do mov. Extr/levant		8	Ø25 x 5	1730 Calibr.			
0699O		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	70x60x10	1730			PVR2-25
0699P		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	Sextavado 27x75	CK45K			
0699Q		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	70x60x25	1730			PVR1-25-32.8-10.0
0699R		Outros elementos do mov. Extr/levant		2	Sextavado 27x43	CK45K			
0699T		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	Sextavado 27x65	CK45K			
0699V		Outros elementos do mov. Extr/levant		4	Ø20x77	1730 Calib			
0900		Sistema de injeção		1	228530_indc	Runipsys			
0991		Casquilho do Extrator do Canal		2	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0992		Casquilho do Extrator do Canal		2	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0993		Casquilho do Extrator do Canal		2	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0994		Casquilho do Extrator do Canal		2	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0994A		Casquilho do Extrator do Canal		1	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0994B		Casquilho do Extrator do Canal		1	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
0994C		Casquilho do Extrator do Canal		1	S51110/26-14-100-8	Cumsa			

Designação Molde						Nº Molde		Página	
Gamiture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		6/11	
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Standard Interno
							Descrição	Dureza	
0994D		Casquilho do Extrator do Canal		1	S51110/26-14-100-8	Cumsa			
1001	P1	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M5X16	DIN 912-12.9			
1002	P2	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M4x12	DIN 912-12.9			
1003	P3	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M8x25	DIN 912-12.9			
1004	P4	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M8x20	DIN 912-12.9			
1005	P5	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x45	DIN 912-12.9			
1006	P6	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x35	DIN 912-12.9			
1007	P7	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x35	DIN 912-12.9			
1008	P8	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9			
1009	P9	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M10x25	DIN 912-12.9			
1010	P10	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M10x25	DIN 912-12.9			
1011	P11	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x55	DIN 912-12.9			
1012	P12	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9			
1013	P13	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x40	DIN 912-12.9			
1014	P14	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M6x16	DIN 912-12.9			
1015	P15	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M10x20	DIN 912-12.9			
1016	P16	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x35	DIN 912-12.9			
1017	P17	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M10x160	DIN 912-12.9			
1021	P21	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9			
1022	P22	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9			
1023	P23	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9			
1024	P24	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9			
1025	P25	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9			
1026	P26	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x20	DIN 912-12.9			
1027	P27	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x16	DIN 912-12.9			
1028	P28	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M6x16	DIN 912-12.9			
1029	P29	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x110	DIN 912-12.9			
1029	P29	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x140	DIN 912-12.9			
1030	P30	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x80	DIN 912-12.9			
1030	P30	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x100	DIN 912-12.9			
1031	P31	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M12x70	DIN 912-12.9			
1032	P32	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9			
1033	P33	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9			
1034	P34	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9			
1035	P35	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M4x12	DIN 912-12.9			
1036	P36	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M6x80	DIN 912-12.9			
1037	P37	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x35	DIN 912-12.9			

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Gamiture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		7/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1038	P38	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M8x35	DIN 912-12.9				
1039	P39	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M8x35	DIN 912-12.9				
1040	P40	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9				
1041	P41	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M6x40	DIN 912-12.9				
1042	P42	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x55	DIN 912-12.9				
1043	P43	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M8x55	DIN 912-12.9				
1044	P44	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M20x160	DIN 912-12.9				
1045	P45	Parafuso de cabeça cilíndrica		34	M6x16	DIN 912-12.9				
1046	P46	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9				
1047	P47	Parafuso de cabeça cilíndrica		28	M6x16	DIN 912-12.9				
1048	P48	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M24x80	DIN 912-12.9				
1049	P49	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9				
1050	P50	Parafuso de cabeça cilíndrica		18	M6x16	DIN 912-12.9				
1051	P51	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x20	DIN 912-12.9				
1052	P52	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x20	DIN 912-12.9				
1053	P53	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x25	DIN 912-12.9				
1054	P54	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M10x40	DIN 912-12.9				
1055	P55	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M5x16	DIN 912-12.9				
1056	P56	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M12x130	DIN 912-12.9				
1057	P57	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M5x16	DIN 912-12.9				
1058	P58	Parafuso de cabeça cilíndrica		8	M4x20	DIN 912-12.9				
1059	P59	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9				
1060	P60	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M12x65	DIN 912-12.9				
1061	P61	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M5x16	DIN 912-12.9				
1062	P62	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M6x16	DIN 912-12.9				
1063	P63	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M8x35	DIN 912-12.9				
1064	P64	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M8x100	DIN 912-12.9				
1065	P65	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M8x35	DIN 912-12.9				
1066	P66	Parafuso de cabeça cilíndrica		10	M20x55	DIN 912-12.9				
1067	P67	Parafuso de cabeça cilíndrica		12	M20x240	DIN 912-12.9				
1068	P68	Parafuso de cabeça cilíndrica		32	M12x55	DIN 912-12.9				
1069	P69	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M8x20	DIN 912-12.9				
1070	P70	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M30x260	DIN 912-12.9				
1071	P71	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M20x80	DIN 912-12.9				
1072	P72	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M3x10	DIN 912-12.9				
1073	P73	Parafuso de cabeça cilíndrica		30	M5x10	DIN 912-12.9				
1074	P74	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M5x16	DIN 912-12.9				

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Gamiture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		8/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
1075	P75	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M3x10	DIN 912-12.9				
1076	P76	Parafuso de cabeça cilíndrica		2	M6x16	DIN 912-12.9				
1077	P77	Parafuso de cabeça cilíndrica		16	M6x45	DIN 912-12.9				
1078	P78	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M10x55	DIN 912-12.9				
1079	P79	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M10x55	DIN 912-12.9				
1080	P80	Parafuso de cabeça cilíndrica		32	M6x16	DIN 912-12.9				
1081	P81	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M16x60	DIN 912-12.9				
1082	P82	Parafuso de cabeça cilíndrica		13	M24x130	DIN 912-12.9				
1083	P83	Parafuso de cabeça cilíndrica		21	M8x60	DIN 912-12.9				
1087	P87	Parafuso de cabeça cilíndrica		6	M8x40	DIN 912-12.9				
1088	P88	Parafuso de cabeça cilíndrica		4	M12x140	DIN 912-12.9				
1201	P201	Parafuso de cabeça de embutir		30	M6x16	DIN 7991-10.9				
1202	P202	Parafuso de cabeça de embutir		20	M6x16	DIN 7991-10.9				
1281		Perno roscado		2	M16x16	DIN 913				
1363		Posicionador		2	55 x 17 x 8	1730				
1364		Posicionador		2	120 x 12 x 10	1730				CHVCE1 - Ø63
1380		Mola		4	9-1604-21	Danly				
1381		Mola		1	9-1604-21	Danly				
1382		Mola		1	9-1604-21	Danly				
1390		Vedante		2	116600	Les Joint Français				
1391		Vedante		6	0x0x0	L.J.F.				
1392		Vedante		2	108405	Les Joint Français				
1394		Vedante		2	108405	Les Joint Français				
1395		Vedante		4	113604	Les Joint Français				
1396		Vedante		1	118604	Les Joint Français				
1400		Bujão		165	1015	Rabourdin				
1401		Bujão		1	1016	Rabourdin				
1402		Bujão		38	1203	Rabourdin				
1410		Anilha		4	82909	DIN 6340 / AMF				
1411		Anilha		8	Ø10x1	DIN 125-A				
1426		Anilha de pressão		2	269/8x2	Hasco				
1427		Anilha de pressão		6	269/8x2	Hasco				
1428		Anilha de pressão		4	269/10x2.5	Hasco				
1429		Anilha de pressão		1	269/12x2.5	Hasco				
1429A		Anilha de pressão		21	269/8x2	Hasco				
1450		Placa		4	Ø125x16	1730 Calib				PGE-80
1451		Placa		2	115 x 66 x 10	1730		180 - 230 HB		

Designação Molde						Nº Molde		Página	
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		9/11	
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Standard Interno
							Descrição	Dureza	
1490		Placa para micro-interruptor		4	ELSM 002	Electricite			
1501	DP1	Cavilha		8	Ø6x36	DIN 7979			
1502	DP2	Cavilha		16	Ø8x40	DIN 7979			
1503	DP3	Cavilha		16	Ø6x36	DIN 7979			
1504	DP4	Cavilha		8	Ø8x40	DIN 7979			
1505	DP5	Cavilha		8	Ø12 x 80	DIN 7979			
1506	DP6	Cavilha		8	Ø8x40	DIN 7979			
1507	DP7	Cavilha		8	Ø8x40	DIN 7979			
1508	DP8	Cavilha		2	Ø16x60	1730			
1509	DP9	Cavilha		8	Ø20x80	DIN 7979			
1510	DP10	Cavilha		4	Ø4x24	DIN 1481			
1511	DP11	Cavilha		4	Ø4x30	DIN 1481			
1601		Barra de segurança		2	50 x 130 x 30	1730			
1605		Barra de transporte		1	163x294x70	2738			
1606		Barra de transporte		1	65x600x632	1730		180 - 230 HB	
1686A		Outras chapas/Esquemas		1	90x2x120	Chapa de aço			
1692		Placa Proteção em Nylon		4	60x80x12	Nylon			PLN-60x80
1693		Placa Proteção em Nylon		4	60x80x12	Nylon			PLN-60x80
1693A		Placa Proteção em Nylon		9	40x100x12	Nylon			PLN-40x100
1699		Outros elementos periféricos/seguranç		2	Passador 1005	Fersilva			
1699A		Outros elementos periféricos/seguranç		2	Ø90x162	1730		180 - 230 HB	
1701		Distribuidor de água		1	212x117x40	1730		180 - 230 HB	
1702		Distribuidor de água		1	212x117x40	1730		180 - 230 HB	
1720		Ligações de refrigeração		78	RPL12.1152	Staubli			
1721		Ligações de refrigeração		47	RPL12.6813/CN	Staubli			
1722		Ligações de refrigeração		4	Joelho 1"1/2 (M-F)	Latão			
1723		Ligações de refrigeração		4	GPI.13.1106	Staubli			
1724		Ligações de refrigeração		4	MAM 156.156/LN	Staubli			
1725		Ligações de refrigeração		8	Tampao 1"1/4	Latão			
1726		Ligações de refrigeração		31	RPL12.6813/CN/RE	Staubli			
1727		Ligações de refrigeração		8	RPL08.1151	Staubli			
1729		Ligações de refrigeração		8	RPL08.6810/CN	Staubli			
1735		Taco		22	2942-12	Hasco			
1736		Taco		2	2942-8	Hasco			
1755		Tubo flexível de refrigeração		7	Calorlock 13/KB	Staubli			
1756		Tubo flexível de refrigeração		10	801-06-BLK-RL	Parker			
1757		Tubo flexível de refrigeração		7	Calorlock 13/KR	Staubli			

Designação Molde						Nº Molde		Página	
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		10/11	
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Standard Interno
							Descrição	Dureza	
1785		Bujão com Palheta		84	Bujao Palheta 1/2	Latão			
1799G		Outros elementos de refrigeração		6	3/8"	Dowty			
1799H		Outros elementos de refrigeração		4	34982-17-6	Parker			
1799I		Outros elementos de refrigeração		2	Ø6 x 451	T_Latão-Ø6x1			
1799J		Outros elementos de refrigeração		2	Sextavado 24x66	CK45K			
1799K		Outros elementos de refrigeração		2	Ø25x5	1730 Calib			
1799L		Outros elementos de refrigeração		2	1/4"	Dowty			
1799M		Outros elementos de refrigeração		2	Sextavado 27x68	CK45K			
1800	LP4	Guia da placa de extração		6	Ø40x376	INA			GE-40x376
1806		Casquilho guia placa extração		6	Ø60x64	B CB3			CE2-40
1810	RP1	Perno de retorno		4	Ø25x630	DIN 1530-A			
1811	RP2	Perno de retorno		1	Ø25x400				
1812	RP3	Perno de retorno		1	Ø25x500	DIN 1530-A			
1840		Cilindro hidráulico da extração		2	RVCN-63-MS-1-V-150-S-72-L2				
1845		Extensão Cilindro da extração		2	Ø100x92	2738	Pré-tratado		ECM-63-92-34-22-M
1850		Extractor		10	Ø8x500	DIN 1530-A			
1851		Extractor		2	Ø12x500	DIN 1530-A			
1852		Extractor		8	Ø8x500	DIN 1530-A			
1853		Extractor		4	Ø12x500	DIN 1530-A			
1853		Extractor		4	Ø8x500	DIN 1530-A			
1854		Extractor		4	Ø12x336	DIN 1530-A			
1854		Extractor		4	Ø8x400-64	DIN 1530-A			
1900	SP1	Botão de encosto		2	Ø100x195	1730 Calib			AP-100x195
1901	SP2	Botão de encosto		21	Ø50x60	1730 Calib			EPE-50x60-14
1985		Placa da Guia da Placa de Extração		6	Ø85x12	1730 Calib			PGE-40
1999		Outros elementos da extração		2	160x29x25	1730			PARE-63
1999A		Outros elementos da extração		2	34x47x37	1730		180 - 230 HB	
1999B		Outros elementos da extração		16	Ø70x15	2738	Pré-tratado	275 - 325 HB	
2001		Caixa eléctrica		1	09200160301	Harting			
2010		Base pª ficha electrica		2	19200031250	Harting			
2011		Base pª ficha electrica		2	19200031440	Harting			
2012		Base pª ficha electrica		1	K2	Weidmuller			
2020		Ficha electrica		2	09360083001	Harting			
2021		Ficha electrica		2	09360083101	Harting			
2022		Ficha electrica		1	09200162612	Harting			
2030		Micro-interruptor		4	ZCE-02	Telemechanique			
2031		Micro-interruptor		4	ZCM-C21L3	Telemechanique			

Designação Molde						Nº Molde		Página		
Garniture de Custode D/G D34 SP9142 SP047/16						795		11/11		
Pos.	Ref.	Designação Peça	Relação c/ o Componente	Qtd.	Dimensões	Material/Din	Tratamento Térmico		Certif.	Standard Interno
							Descrição	Dureza		
2032		Micro-interruptor		4	ZCMD-21	Telemecanique				
2090		Bucin		2	M20x1.5	SkinTop				
2091		Bucin		2	M20x1.5	SkinTop				
2099		Outros elementos eléctricos		16	09150006102	Harting				
2099A		Outros elementos eléctricos		16	09150006202	Harting				
2099B		Outros elementos eléctricos		11	132x40x22	Chapa de aço				
2099C		Outros elementos eléctricos		4	290x41x22	Chapa de aço				
2160		Ligações hidráulicas		2	União M-M R3/8"x3/8"	Simoldes				
2161		Ligações hidráulicas		1	MPX10 1102 JV	Staubli				
2162		Ligações hidráulicas		1	MPX10 7102 JV	Staubli				