UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS

JACSON FABIANO ZOTO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA APLICADA AS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

CAXIAS DO SUL
2020

JACSON FABIANO ZOTO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA APLICADA AS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau em Engenharia Mecânica. Ciências Exatas e Tecnologia.

Orientador Prof. Dr. Alexandre Fassini Michels

CAXIAS DO SUL

2020

JACSON FABIANO ZOTO

ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA APLICADA AS ETAPAS DE DESENVOLVIMENTO DE PROJETO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau em Engenharia Mecânica. Ciências Exatas e Tecnologia.

Aprovado em 09/12/2020

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Fassini Michels
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Me. Celso Ferrarini
Universidade de Caxias do Sul - UCS

Prof. Dr. Carlos Alberto Costa
Universidade de Caxias do Sul - UCS

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela dádiva da vida, por ter me concedido saúde e discernimento para poder ir em busca dos meus sonhos e objetivos.

Agradeço aos meus pais Noeli e Norberto que me deram o que há de mais valioso que vou levar para a vida, que é meu caráter, a minha honestidade e a minha formação como ser humano.

Agradeço a minha namorada Amanda, pelas inúmeras vezes que deixei-a em segundo plano para poder dedicar o pouco tempo que tinha aos estudos.

Agradeço aos amigos e familiares, que sempre me incentivaram a continuar na busca dos meus sonhos independente das dificuldades.

Agradeço a empresa Keko Acessórios, que tem acreditado no meu potencial e me ajudou nesta caminhada me desenvolvendo como profissional e pessoa.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Fassini Michels que aceitou o desafio de caminhar ao meu lado neste trabalho, pela paciência e tempo dedicado, competência e por contribuir e participar desta etapa importante da minha vida.

RESUMO

Este trabalho buscou sistematizar as etapas de desenvolvimento de um projeto de molde de injeção de termoplásticos aplicando definições técnicas em todas as suas etapas, utilizando como base para organização dos dados o método QFD, levando em consideração as características do produto a ser injetado, as condições projetadas do processo e o tipo de polímero utilizado na fabricação do produto final. O trabalho visou a integração entre as áreas internas da empresa onde o modelo foi aplicado, além de aproximar a empresa contratante da ferramentaria contratada que é responsável pelo projeto e fabricação de moldes de injeção, uma vez que o processo atual de desenvolvimento ocorre de forma fragmentada. Espera-se com este trabalho atingir objetivos como redução de custo e redução de tempo de entrega do projeto, além de garantir a qualidade final do produto e a estabilidade do processo produtivo.

Palavras-chave: Sistematizar. Definições. QFD. Molde de injeção. Construção de moldes. Injeção de termoplásticos.

ABSTRACT

This work sought to systematize the development stages of a thermoplastic injection mold project applying technical definitions in all its stages, using the QFD method as the basis for organizing the data, taking into account the characteristics of the product to be injected, the conditions the process and the type of polymer used in the manufacture of the final product. The work aimed at the integration between the internal areas of the company where the model was applied, in addition to bringing the contracting company closer to the contracted tooling which is responsible for the design and manufacture of injection molds, since the current development process occurs in a fragmented way. This work is expected to achieve objectives such as cost reduction and reduction of project delivery time, in addition to ensuring the final quality of the product and the stability of the production process.

Keywords: Systematize. Definitions. QFD. Injection mold. Mold construction. Injection of thermoplastics.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Máquina injetora de plásticos 18
Figura 2 – Ciclo do processo de injeção 19
Figura 3 – Ilustração de um molde de injeção 20
Figura 4 – Partes principais de um molde de injeção 21
Figura 5 – Cavidade e macho 23
Figura 6 – Sistema de guiamento 23
Figura 7 – Bucha de injeção e canal de alimentação 24
Figura 8 – Ventilação ou saída de gás 24
Figura 9 – Sistema de refrigeração 25
Figura 10 – Tipos de extração 26
Figura 11 – Ciclo de desenvolvimento de produtos injetados 28
Figura 12 – Ciclo de vida e de desenvolvimento do componente injetado 29
Figura 13 – Fluxograma 1: Modelo integrado de desenvolvimento de molde de injeção 32
Figura 14 – Partes interessadas no desenvolvimento de projeto de moldes de injeção 33
Figura 15 – Etapas de trabalho 35
Figura 16 – Etapas do modelo atual de trabalho 36
Figura 17 – Fluxograma 2 **–** Abordagens realizadas em cada etapa do projeto do modelo atual 37
Figura 18 – Etapas do modelo proposto de trabalho 38
Figura 19 – Fluxograma 3 – Abordagens em cada etapa do projeto do modelo proposto 39
Figura 20 – Comparativo entre etapas de cada modelo de trabalho 40
Figura 21 – Possibilidade de interferência da textura na extração da peça 42
Figura 22 – Possibilidade de rechupe em nervuras espessas 42
Figura 23 – Ângulo negativo para extração 43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TG	Temperatura de transição vítrea
PDP	Processo de desenvolvimento de produtos
CAD	Desenho assistido por computador
CAM	Manufatura assistida por computador
CAE	Engenharia assistida por computador
QFD	Desdobramento da função qualidade
3D	Três dimensões
PPT20	Polipropileno reforçado com 20% de talco
kg	Quilograma

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Sistemas funcionais de um molde de injeção 22
Quadro 2 – Fases de projeto de molde de injeção 30

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
1.1 JUSTIFICATIVA 14
1.2 OBJETIVOS 14
1.2.1 Objetivo geral do trabalho 14
1.2.2 Objetivos específicos do trabalho 14

2 REFERENCIAL TEÓRICO 16
2.1 POLÍMERO 16
2.2 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO 17
2.3 MÁQUINA INJETORA 17
2.4 PROCESSO DE INJEÇÃO 18
2.5 MOLDE DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS 20
2.5.1 Principais partes que compõe um molde de injeção 21
2.5.1.1 Cavidade e macho 22
2.5.1.2 Centragem e guiamento 23
2.5.1.3 Sistema de alimentação 23
2.5.1.4 Ventilação ou saída de gás 24
2.5.1.5 Sistema de resfriamento 25
2.5.1.6 Sistema de extração 25
2.5.2 Metodologias para construção de moldes de injeção 27

3 MÉTODOS E MATERIAIS 33
3.1 CENÁRIO DE ESTUDO 33
3.2 MÉTODO 33

4 RESULTADOS 36
4.1 MODELO ATUAL DE TRABALHO 36
4.2 MODELO UTILIZANDO A ESTRUTURA DO MÉTODO QFD 38
4.3 COMPARATIVO ENTRE OS CONCEITOS DE TRABALHO 40
4.4 EVIDENCIAS DA APLICAÇÃO DO MÉTODO 40
4.4.1 Dados iniciais do projeto 40
4.4.2 Definições técnicas de projeto 41
4.4.3 Cronograma de desenvolvimento 41

4.4.4 Apresentação do projeto e considerações 41
4.4.4.1 Análise crítica do projeto 41
4.4.5 Redução de tempo de entrega do projeto e custos evitados 43

5 CONCLUSÃO 45

6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS 46

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 47

APÊNDICE A – MATRIZ QFD 51

APÊNDICE B – ANÁLISE DE CUSTO EVITADO 52

ANEXO A – ACCESSORY FITTING REPORT 53

ANEXO B – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA CONSTRUÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS 54

ANEXO C – FICHA DE ACOMPANHAMENTO – DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO KEKO 69

ANEXO D – CRONOGRAMA MACRO DE PROJETO DE MOLDE 72

1 INTRODUÇÃO

De acordo FAPESP (2019), estima-se que 8,9 bilhões de toneladas de polímeros virgens e plásticos produzidos de material reciclável já foram fabricados desde meados do século passado. Cada vez mais os produtos plásticos, em especial os produtos injetados fazem parte do nosso cotidiano. Também conforme FAPESP (2019), a produção global de plásticos pode chegar a 550 milhões de toneladas em 2030, crescimento 40% superior ao volume de produção atual.

Essa tendência se aplica muito à indústria automotiva que ano pós ano vem aumentando seu portfólio de componentes fabricados em polímero, substituindo muitas vezes peças de metais (ferrosos e não ferrosos). Além das características já apresentadas que favorecem o uso de produtos plásticos, na indústria automotiva outra importância é vista nesses produtos, a redução de peso dos veículos que consequentemente propõem um melhor desempenho em relação ao consumo de combustível.

De acordo com Tecnologia de Materiais (2013), os atuais 44 kg médios de plástico nos veículos substituem cerca de 350 kg de aço. Na Europa esse número já chega a 100 kg e o percentual de plástico nos carros deve subir de atuais 15% para até 30% em 2030.

“Processo de moldagem por injeção é o processo de moldagem mais comum para a fabricação de peças de plástico. De um modo geral, a criação de moldagem por injeção de plásticos inclui a concepção do produto, desenho do molde, e concepção do processo de moldagem por injeção, todos os quais contribuem para a qualidade do produto moldado, bem como a eficiência produtiva”. (ZHOU, 2009, p.297-306)

Para que o processo de injeção de termoplásticos ocorra são basicamente necessários uma máquina injetora, matéria-prima (polímero) e um molde. O molde é uma ferramenta que pode ser composta basicamente de cavidades (formam o produto), sistema de alimentação, sistema de resfriamento, sistema de extração e pode ainda possuir um sistema de aquecimento de material próprio, conhecido como câmara quente.

De acordo com Ferreira (2002), geralmente o processo de desenvolvimento de um produto e consequentemente de um molde, é fragmentado, ou seja, uma empresa desenvolve o produto a ser injetado, outra empresa projeta o ferramental para produção desse item e uma terceira empresa constrói o molde. Essa forma de trabalho é consequência muitas vezes, da estrutura enxuta que as ferramentarias brasileiras possuem, não tendo um corpo técnico completo para absorção total da demanda de trabalho.

Os moldes na sua grande maioria, são ferramentas dedicadas a produção de um produto específico, salvo situações onde possuem mecanismos que permitem a alteração da sua geometria, caracterizando um novo produto. Para administrar um projeto, fabricação e entrega de um molde a empresa contratada deve considerar uma série de informações, "devendo estar bem definido o que fazer, quando fazer e como fazer". (SACCHELLI, 2007, p.8)

Essa configuração das empresas atuarem com o desenvolvimento de forma parcial e interrupta dos projetos pode em determinadas situações apresentar alguns problemas, pois existe uma probabilidade de estarem trabalhando com informações desatualizadas ocasionando equívocos no arranjo construtivo do molde e impactando muitas vezes numa característica importante do produto final ou em correções posteriores na ferramenta.

Na ocasião de apresentar necessidade de ajuste no ferramental, isso pode impactar em atrasos nos lançamentos de produtos e também em custos não previstos, podendo comprometer também o seu tempo de vida útil e sua performance produtiva.

Segundo a revista Plástico Industrial (2014), em sua pesquisa foi identificado que 72,55% das empresas brasileiras fabricantes de moldes de injeção, possuem seu maquinário com até 9 anos de uso, caracterizando equipamentos relativamente novos, ainda a revista apresentou que 78,57% das ferramentarias são de pequeno porte, empregando no máximo 50 pessoas.

Mesmo as empresas brasileiras possuindo uma condição relativamente segura para produção de moldes, a maioria das decisões técnicas construtivas acabam sendo dos projetistas, devido ao porte dessas empresas e apesar de possuírem recursos técnicos bastante avançados como: CAD, CAM e CAE. (COSTA *et al*, 2002).

De acordo com uma pesquisa realizada por Silveira (2005), de 42 empresas que fabricam moldes no Brasil, somente 6 delas atendem ao prazo de entrega de seus ferramentais, o autor atribuiu essa condição ao mau gerenciamento do processo de desenvolvimento de moldes, recomendando a padronização e documentação que gere todo ciclo construtivo de um ferramental.

Este trabalho buscou integrar de forma sistêmica as diferentes áreas da empresa Keko Acessórios S.A. conjunto a ferramentaria contratada para realização do projeto e construção do molde, atuando na organização padronizada dos dados de entrada do projeto do produto, nas características básicas da máquina injetora, nas informações específicas do polímero e na projeção de comportamento do processo de injeção, até a entrega e validação final da ferramenta e do produto final injetado.

1.1 JUSTIFICATIVA

A empresa Keko Acessórios S/A, possui dentre os seus variados processos produtivos, o processo de injeção de termoplásticos focado na fabricação de acessórios automotivos. Por sua vez, a empresa dispõe de equipamentos para realização da injeção, mas não possui projetistas de molde e nem ferramentaria própria para construção dos mesmos. Logo, é imprescindível que na contratação de uma ferramentaria para realização de projeto e construção do molde, a mesma disponha de todas as informações necessárias e importantes para desenvolvimento do mais adequado projeto e molde, atendendo aos requisitos desejados do produto e da operação.

Por sua vez a Keko já experimentou diversas vezes a consequência de não possuir um modelo de trabalho que auxiliasse na construção de um banco de informações e características dos produto, processo, máquina e ferramenta para que servissem como pré-requisitos a serem atendidos pelo fabricante do molde. Essa consequência foi basicamente produtos que não atendiam requisitos de cliente, processos instáveis e moldes incompatíveis com os equipamentos.

Devido aos cenários apresentados, observou-se a necessidade de aplicar um método que assegure ao contratante e ao contratado que todo o contexto que envolve um molde de injeção tenha sido avaliado, garantindo que os prazos serão atendidos, os custos serão competitivos e a qualidade final do produto e do ferramental serão alcançados.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral do trabalho

Sistematizar as etapas de desenvolvimento de um projeto de molde de injeção de termoplásticos, integrando as áreas internas da empresa em conjunto com uma empresa terceirizada responsável pelo projeto e construção da ferramenta.

1.2.2 Objetivos específicos do trabalho

a) analisar as características construtivas dos moldes de injeção;

b) sistematizar através de um roteiro de desenvolvimento de projeto a melhor configuração de molde de acordo com as características do produto, processo, polímero e máquina;
c) buscar reduções de prazo de entrega e custos de projeto através da sistematização do mesmo, identificando possíveis falhas antes da materialização da ferramenta de injeção;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capitulo foram abordados aspectos teóricos dos principais tópicos que envolvem um processo de injeção de polímeros assim como, análise de conceitos para aplicação no desenvolvimento de moldes para injeção de termoplásticos.

2.1 POLÍMERO

O homem vem executando trabalhos de engenharia cada vez mais complexos desde o início dos tempos sempre com o objetivo de se proteger e ter conforto para si e seus dependentes, privando-se dos perigos e das intempéries. O primeiro material considerado de engenharia usado foi a madeira, depois a pedra, os metais, a cerâmica, o vidro e por fim os polímeros (MANO, 2019, pág. 24).

"*Polímeros* são macromoléculas caracterizadas por seu tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares. Possuem unidades químicas ligadas por covalências, repetidas regularmente ao longo da cadeia, denominadas *meros*" (MANO *et al*, 1999, pág. 20).

De acordo com Michaeli *et al* (1995), "plástico" não se refere a um único material. Da mesma forma a palavra "metal" não especifica apenas ferro ou alumínio, "plástico" caracteriza vários materiais com estrutura, qualidade e composição diferentes. As qualidades dos plásticos podem ser tão variadas que frequentemente substituem materiais tradicionais como a madeira ou metal.

De acordo com os mesmos autores citados no parágrafo anterior, pode-se definir polímero como "materiais cujo elemento essencial é constituído por ligações moleculares orgânicas, que resultam de síntese ou através de transformações de produtos naturais. Eles são via de regra, deformáveis plasticamente por meio da manufatura sob determinadas condições (calor e pressão) ou foram moldados plasticamente".

Mano destaca que dentro da evolução histórica, foi na Idade Contemporânea, período posterior a 1800 DC que os polímeros foram descobertos pelo homem.

Os polímeros podem possuir características que propõe certas classificações para que melhor possam ser definidos. No caso dos materiais injetados, o mais comum são os termoplásticos.

Termoplásticos representam a maior parcela dos polímeros. São materiais fusíveis e solúveis. Podem ser fundidos várias vezes e solubilizados por vários solventes. Podem variar de maleáveis, rígidos ou frágeis mesmo em temperatura ambiente. São diferenciados entre

amorfos que possuem estado de ordenação molecular semelhante ao vidro e são transparentes e semi-cristalinos, que apresentam aparência opaca (MICHAELI *et al*, 1995, pág. 18).

2.2 PROCESSOS DE FABRICAÇÃO

Lira (2018) definiu sistemas de fabricação como sendo “transformar matérias primas em produtos acabados por meio de uma variedade de processos”. Também foi destacado por Lira a questão de dominar os processos produtivos onde o grande benefício disso é ter condições de decidir e ter a visão global das variáveis que podem interferir em custos ou prazos de entrega, sendo primordial para ser competitivo no mercado.

O processo de injeção é apropriado quando se tem uma grande escala de produção, uma vez que a matéria-prima pode ser transformada em peça pronta em uma única etapa. É definido como rentável o processo que apresenta um elevado número de peças produzidas por unidade de tempo. Uma variável que influencia muito na produtividade é o tempo de resfriamento da peça no molde, que acaba sendo consequência da espessura da parede da peça. O tempo de resfriamento cresce com o quadrado da espessura da parede da peça. Raramente se produz peças com espessuras de parede acima de 8 mm (BLASIO, 2007).

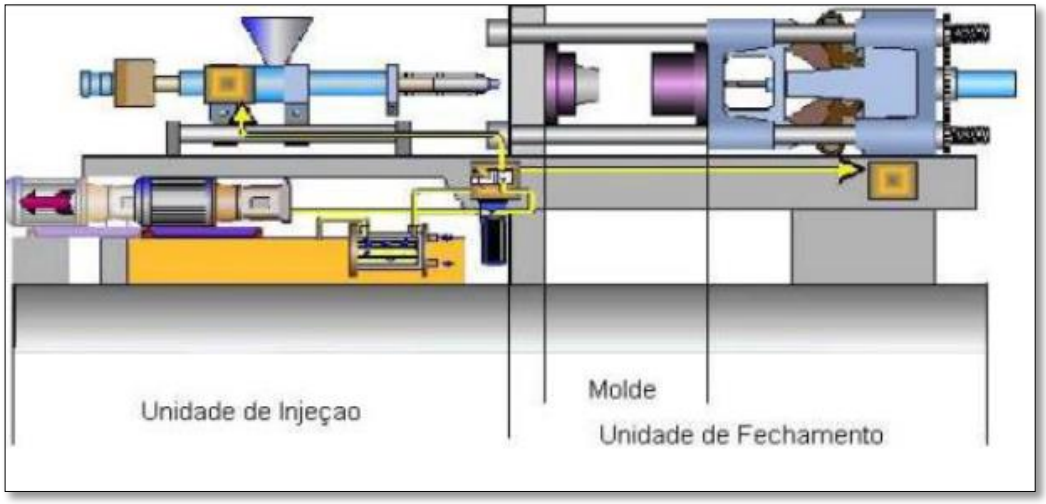
Injeção é o principal processo de fabricação de peças de plástico. Cerca de 70% de todas as máquinas de processamento de plásticos são injetoras. Com elas podem ser fabricadas peças desde miligramas até vários quilogramas (BLASIO, 2007).

2.3 MÁQUINA INJETORA

De maneira sucinta, a injetora utilizada no processamento de polímeros é composta por um sistema capaz de homogeneizar e injetar o polímero fundido e por um molde que deve ser capaz de dar forma ao polímero fundido, sendo que, o mesmo é injetado para o seu interior sob alta pressão e velocidade controlada; ele é capaz de gerar o resfriamento do produto através de fluidos que circulam no seu interior, e possui um mecanismo capaz de extrair a peça acabada após a abertura. (BLASIO, 2007)

Morassi (2013) apresentou uma divisão simples sobre a composição de uma máquina injetora, dividindo-a em unidade de injeção e unidade de fechamento, conforme Figura 1.

Figura 1 – Máquina injetora de plásticos (MORASSI, 2013)



Fonte:http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_pol%C3%ADmeros_0910082013_site.pdf

Robert *et al* (1994) definiu unidade de injeção como a parte da máquina responsável por receber a matéria-prima, alimentar o sistema através de uma rosca, realizar a plastificação do polímero através do aquecimento gerado por resistências elétricas e pelo próprio atrito gerado, dosar o material para dentro do molde e também por compactar a peça através de um parâmetro definido como recalque.

O mesmo autor trouxe uma definição para a unidade de fechamento como sendo a parte da máquina responsável por realizar a abertura e o fechamento do molde, manter o molde travado durante o processo de injeção e também em muitos casos realizar a extração da peça.

2.4 PROCESSO DE INJEÇÃO

Miranda *et al* (2018) apresentaram que nos últimos tempos, a demanda de produtos termoplásticos tem crescido de acordo com a procura por itens inovadores e devido ao aumento no desenvolvimento de peças e componentes para as indústrias de automóvel, domésticos e móveis.

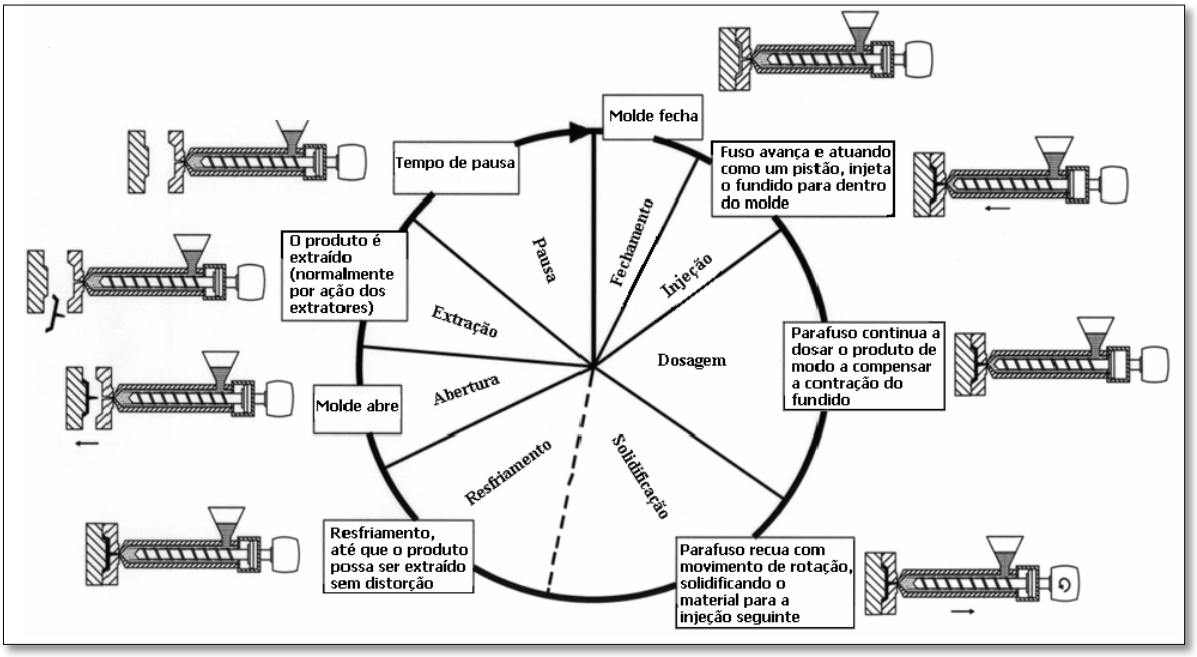
O crescimento constante do consumo de produtos plásticos feitos por moldagem por injeção, associada à forte concorrência no mercado, tem feito com que engenheiros e pesquisadores busquem otimizar as condições de processamento com o objetivo de reduzir custos e melhorar a qualidade do produto. (MIRANDA *et al*, 2018).

Uma ciência foi se consolidando nos campos da pesquisa e desenvolvimento. Substâncias escoam ou deformam se forças forem aplicadas para produzirem tal escoamento

ou deformação, sendo que as características destas, variam de acordo com os diversos materiais. Em certos materiais, forças enormes produzem apenas modificações infinitesimais, mesmo aplicadas por períodos prolongados de tempo. Em outros materiais, ocorrem grandes e evidentes transposições se submetidos a esforços menores, essa ciência é conhecida como Reologia, muito importante no processo de injeção de polímeros (BILLMEYER Jr.F.W.,1984).

O processo de injeção de termoplásticos pode ser caracterizado por um processo cíclico, esquematizado na Figura 2, que combina inúmeras variáveis como pressão, temperatura e tempo. De forma sucinta esse processo obedece algumas etapas: aquecimento do polímero, moldagem do produto e resfriamento do produto (CUNHA, 2003).

Figura 2 – Ciclo do processo de injeção



Fonte: CUNHA (2003)

Santos (2015) definiu de forma simplificada o processo de injeção como um ciclo composto por seis fases principais: fechamento do molde, preenchimento das cavidades, recalque, resfriamento, abertura do molde e extração do produto.

Na moldagem por injeção, grânulos do polímero são comprimidos por um pistão ou rosca, são aquecidos até serem moldados e injetados dentro do molde e fechado sob pressão. O polímero é esfriado abaixo da temperatura de transição vítrea TG, o molde é aberto e o produto é extraído. As moléculas do polímero são orientadas paralelas à direção do fluxo durante a injeção, fornecendo um reforço útil, porém ocorre anisotropia nas propriedades mecânicas. O processo fornece moldagens com alta precisão, pois o polímero esfria ainda sob pressão e

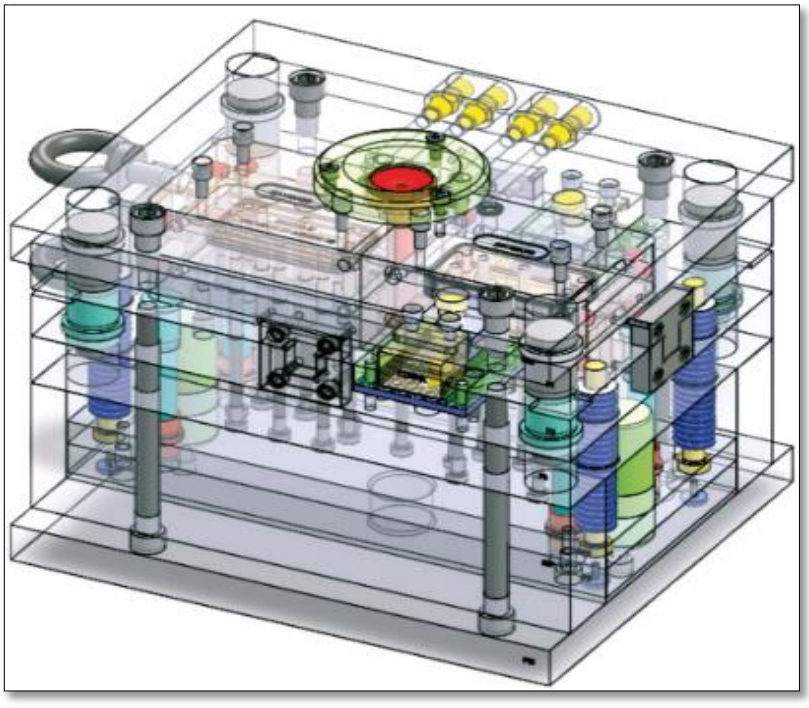
devagar. As temperaturas típicas de moldagem por injeção de termoplásticos estão entre 150-350ºC e as pressões são acima de 120 MPa (ASHBY; JONES,1988)

Dentre os diversos problemas que podem aparecer quando o processo de injeção está ocorrendo, o ar aprisionado no interior do molde é um caso muito comum e de grande relevância que deve ser considerado. De acordo com Kapila (2015), o problema de aprisionamento de gás está relacionado com o ar que permanece retido no interior das cavidades do molde durante a injeção do polímero, uma vez que o ar não pode escapar adequadamente através das aberturas do molde.

2.5 MOLDE DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS

Como resultado da aplicação extensiva dos termoplásticos em todos os setores industriais, houve uma procura intensa dos transformadores de plásticos por ferramentais (moldes) utilizados nas máquinas de injeção, sendo assim, observou-se um aumento no número de ferramentarias, que são as empresas responsáveis pela fabricação dos moldes. No Brasil existem aproximadamente 1.200 empresas deste tipo concentradas em sua maioria em três pólos: São Paulo (SP), Joinville (SC) e Caxias do Sul (RS) (FERRO, 2001). A Figura 3 traz um ilustração simples de um molde de injeção.

Figura 3 – Ilustração de um molde de injeção



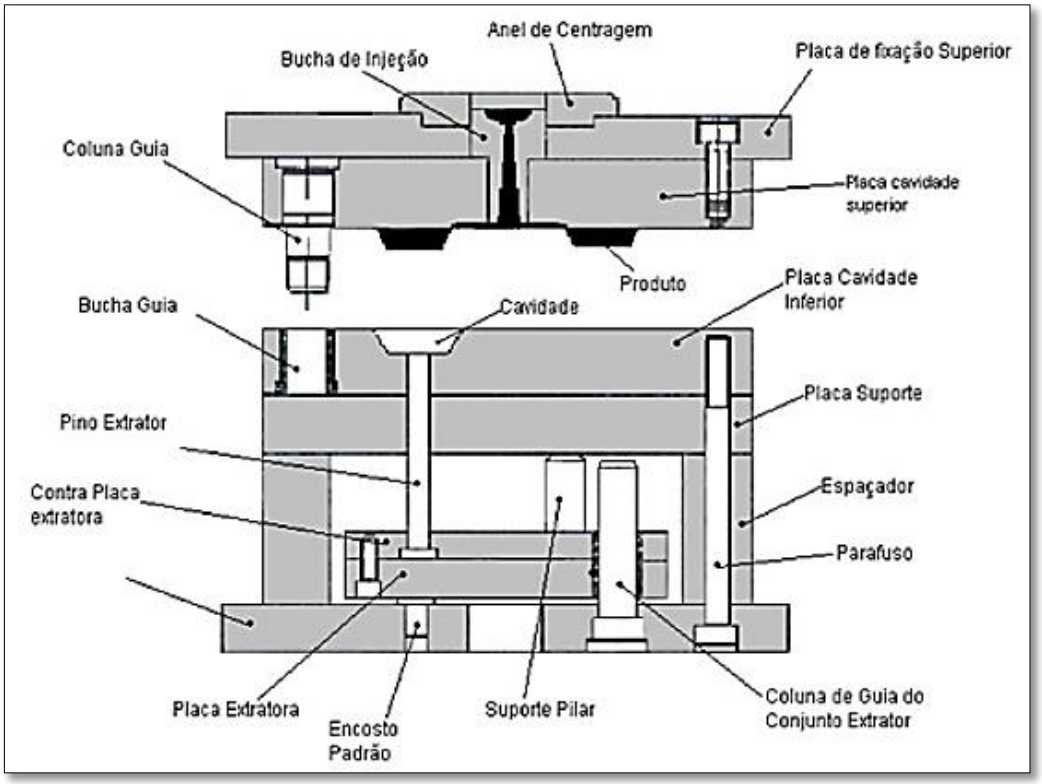
Fonte: https://www.plastico.com.br/transformacao-moldes-de-injecao-para-termoplasticos/

Rees (2002) definiu molde de injeção como uma ferramenta usada no processo de moldagem por injeção, sendo um sistema de uma ou várias cavidade construída para dar forma e dimensão ao produto desejado.

Pouzada (2003) definiu molde de injeção como um conjunto de sistemas funcionais que permitem que um espaço em que a peça vai ser materializada seja preenchida com o plástico fundido em condições controladas, pelos outros sistemas que garantem a qualidade dimensional e estrutural das peças produzidas.

A Figura 4 apresenta uma simplificação feita por Tonolli (2003), mostrando as principais partes que compõe um molde de injeção.

Figura 4 – Partes principais de um molde de injeção



Fonte: http://moldesinjecaoplasticos.com.br/molde-de-injecao-e-sua-relacao-com-a-injetora/

2.5.1 Principais partes que compõe um molde de injeção

HARADA (2004) traz uma definição bastante clara e simples dos principais sistemas funcionais de um molde de injeção e suas funções básicas, essa demonstração é esquematizada através de um quadro que será demonstrada a seguir. Quadro 1.

Quadro 1 – Sistemas funcionais de um molde de injeção.

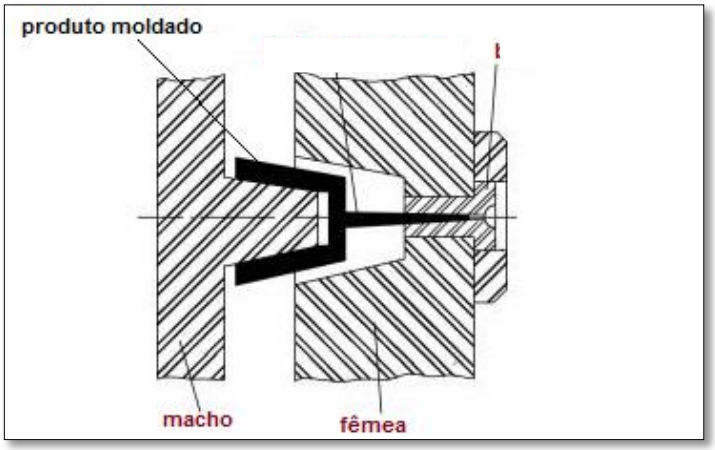
Funções do molde de Injeção	**Sistemas funcionais de moldes**
Controlar a forma, as dimensões e o acabamento superficial da peça moldada.	Cavidade e Machos (Postiços de Formação do Produto)
Manter o alinhamento entre as duas metades do molde, garantindo a repetibilidade da forma e das dimensões da peça.	Centragem e Guiamento
Guiar e controlar o fluxo do polímero fundido, desde o bico da máquina injetora, até a entrada do material na(s) cavidade(s).	Alimentação
Permitir que o ar e outros gases existentes nas cavidades possam sair, evitando falhas de injeção e produtos defeituosos.	Ventilação (Saída de gases)
Controlar a temperatura do molde para solidificação do material e auxiliar na redução do tempo de ciclo de injeção	Resfriamento
Possibilitar a retirada da peça (solidificada) do molde	Extração

Fonte:http://moldesinjecaoplasticos.com.br/sistema-de-alimentacao-em-moldes/.

2.5.1.1 Cavidade e macho

Dias (2008) definiu cavidades (fêmea) e machos como partes do molde que tem a função de dar forma, dimensões e acabamento ao produto desejado. Normalmente é composta por duas partes: a unidade fêmea, que dá o formato externo da peça injetada; e a unidade macho ou núcleo que dá o formato interno da peça injetada. Podem ser usinadas na própria placa ou obtidas através de postiços que são elementos que contém as cavidades e são constituídos de material de qualidade superior em relação aos que os envolvem, e apresentam a vantagem de poderem ser substituídos quando houver avaria. Na Figura 5 está ilustrada a definição feita por Dias.

Figura 5 – Cavidade e macho

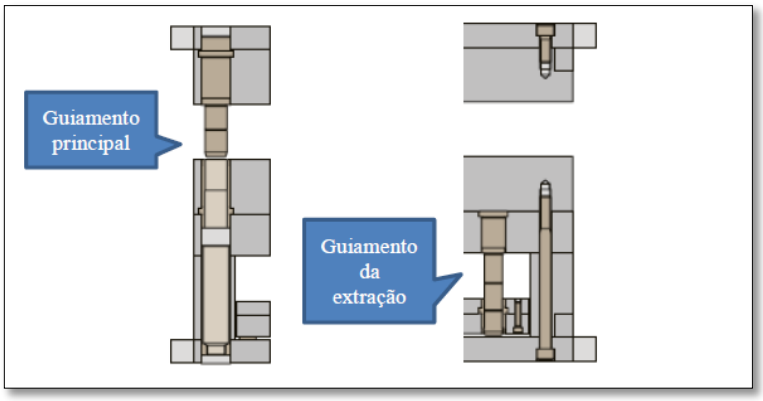


Fonte:http://moldesinjecaoplasticos.com.br/sistema-de-alimentacao-em-moldes/.

2.5.1.2 Centragem e guiamento

Dias (2008) também definiu centragem e guiamento como sistemas que permitem montar o molde na máquina injetora e ajustar as duas metades do molde, garantindo a reprodutibilidade dimensional da peça. Figura 6.

Figura 6 – Sistema de guiamento



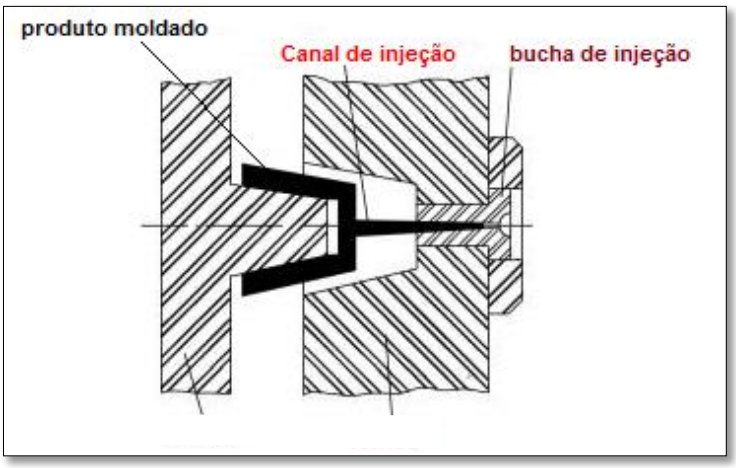
Fonte: POLIMOLD (2015).

2.5.1.3 Sistema de Alimentação

Robert *et al* (1994) trouxe na Figura 7 um exemplo de sistema de alimentação, o qual ele define como um agrupamento de partes responsáveis pela condução do material polimérico desde o momento em que ele é purgado pela unidade de injeção até o momento em que forma o produto dentro do molde. É destacado pelo autor como principais partes a bucha de injeção,

canal de alimentação e pontos de injeção que podem ter variados formatos, estes aplicados de acordo com o tipo de produto, matéria-prima ou processo.

Figura 7 – Bucha de injeção e canal de alimentação

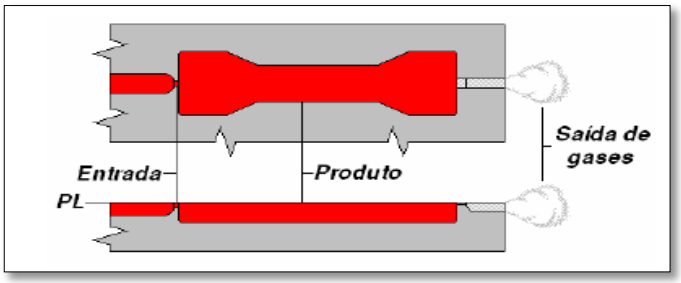


Fonte:http://moldesinjecaoplasticos.com.br/sistema-de-alimentacao-em-moldes/.

2.5.1.4 Ventilação ou saída de gás

Dias (2008), através da Figura 8 apresentou uma ilustração de saída de gás, onde o autor estabelece que saídas de gás ou ventilação como também é chamado são pequenas aberturas normalmente posicionadas nos extremos dos moldes junto a sua região de fechamento, o objetivo dessas aberturas é facilitar a saída de ar presente no molde e também do gás gerado pelo aquecimento do material plástico durante o processo de injeção. Outra forma de atuar com saídas de gás é realizar a colocação de extratores e postiços que também promovem o escape de ar, devido à folga existente ou a utilização de materiais especiais, como, por exemplo, o aço poroso.

Figura 8 – Ventilação ou saída de gás



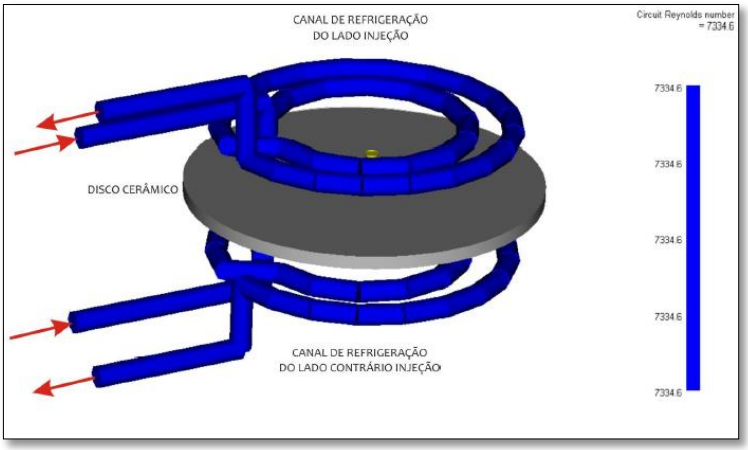
Fonte: adaptado de D-M-E PLASTICSUNIVERSITY.

2.5.1.5 Sistema de resfriamento

Parque e Dang (2017), apresentaram em seu artigo a importância do sistema de refrigeração de um molde de injeção ser bem desenvolvido para assegurar a qualidade e produtividade, independentemente da variação das condições do processo. Destacaram que a definição do melhor sistema de refrigeração está baseado principalmente na geometria da peça injetada.

Esse processo de resfriamento é feito através de canais (furos) de passagem de um fluido refrigerante, perto das cavidades. Esse fluido refrigerante é normalmente água, mas pode ser usado qualquer liquido ou gás (como por exemplo, ar) que absorvem o calor do material injetado. Figura 9.

Figura 9 – Sistema de Refrigeração

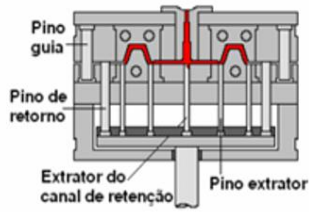
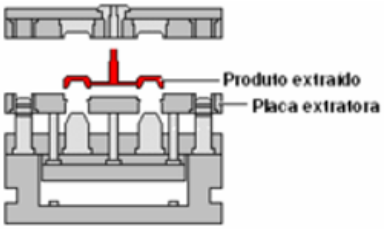
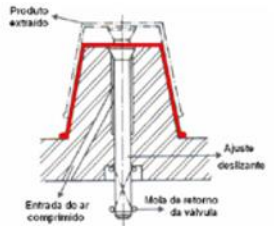
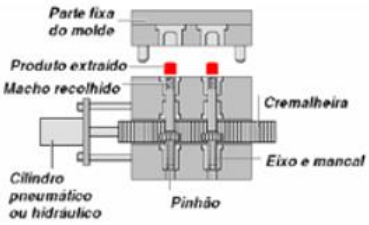
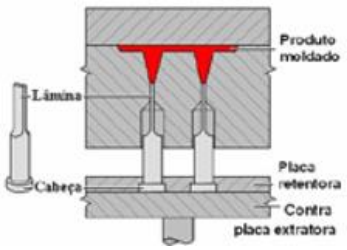
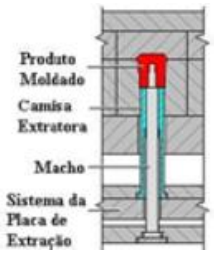


Fonte: Eduardo Thomazi (2014).

2.5.1.6 Sistema de extração

Dias (2008) estabeleceu que sistema de extração é normalmente atuado pela máquina injetora. Se este método não for suficiente, o sistema pode ser executado por um sistema hidráulico ou pneumático. Deve-se selecionar o melhor sistema de extração considerando os formatos externos e internos do produto que será retirado, sua posição no molde, entre outras características. Na Figura 10 fica explícito alguns exemplos.

Figura 10 – Tipos de Extração

	Extração por pinos A peça moldada é extraída pela aplicação de uma força provada por um ou vários pinos cilindricos.
	Extração por Placa É uma placa que realiza o impulso da peça para remoção do interior do molde. Usada normalmente quando não existe área suficiente para colocação de extratores.
	Extração por Ar Comprimido Consiste na introdução de ar entre a face do molde e do produto.
	Extração por movimento rotativo Normalmente usado para liberação de peças com roscas internas.
	Extração por lâminas Possuem seção retângular na extremidade e são normalmente utilizadas na extração de peças com nervuras finas e profundas.
	Extraçao por Camisas ou luvas É uma bucha cilíndrica montada na placa impulsora normalmente usada em peças tubulares ou cilíndricas

Fonte: adaptado de BRITO et al. 2003; D-M-E PLASTICS UNIVERSITY; HARADA, 2004.

2.5.2 Metodologias para construção de moldes de injeção

Tonolli (2003) observou em sua pesquisa para avaliação do processo de desenvolvimento de projetos de moldes para injeção de plásticos na região de Caxias do Sul - RS, que itens como refrigeração, posição e quantidade de extratores, entre outros itens, são estimados pelos projetistas. Sendo assim, constatou que existe um amplo campo de pesquisa na área de processo de projeto de moldes. Vários trabalhos vêm sendo realizados, visando mais eficiência e reduzindo o seu tempo desenvolvimento. Pois o processo de projeto de um molde de injeção é uma atividade complexa e requer conhecimento de diversas áreas da engenharia.

Atualmente os projetos de engenharia são capazes de garantir a alta precisão na fabricação de ferramentas de injeção principalmente devido à disponibilidade de meios computacionais capazes de simular o processo de injeção de termoplásticos. Através destes recursos é possível reduzir os riscos de erros na fabricação do molde, problemas de injeção evitando ou minimizando os custos associados à produção do moldes. (MIRANDA *et al*, 2018)

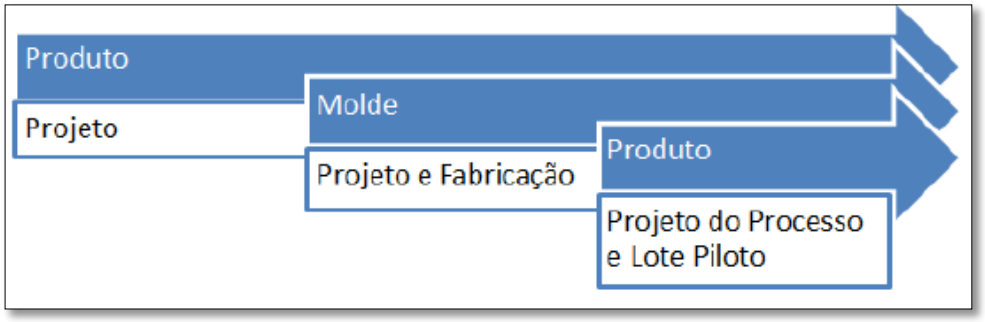
Huszar (2015) analisou a sequência "*Fill+Pack+Warpage*" do *Moldflow Insight* para entender as características de moldagem de uma peça com uma geometria parcialmente simétrica e oca usando quatro potenciais *gates* de injeção. Segundo o autor, as simulações revelaram que a cuidadosa seleção de materiais e a localização adequada do *gate* pode otimizar o projeto de moldes.

Segundo Menges e Mohren (1993) as cavidades devem ser posicionadas a partir da bucha de injeção, de tal maneira que as seguintes condições sejam satisfeitas:

a) todas as cavidades devem ser preenchidas ao mesmo tempo e com o plástico fundido com a mesma temperatura;
b) o comprimento dos canais deve ser minimizado a fim de evitar refugo de material;
c) a distância entre as cavidades deve ser suficientemente grande para proporcionar a passagem dos canais de refrigeração e dos pinos de extração e deixar um canal de seção adequado para que o molde resista as forças da pressão de injeção;
d) a soma de todas as forças reativas deve estar no centro de gravidade das placas;

A Figura 11 representa a fragmentação característica do PDP (Processo de desenvolvimento de produtos) para produtos plásticos injetados.

Figura 11 – Ciclo de desenvolvimento de produtos plásticos



Fonte: Adaptado de Back (1998)

Algumas empresas possuem estrutura física e mão de obra qualificada capaz de realizar todas as fases representadas na figura anterior, de qualquer forma ainda é muito comum que uma empresa realize o projeto do produto, outra realize o projeto do molde e construção e uma terceira empresa realize o processo de injeção. Essa divisão de tarefas pode apresentar inúmeros problemas caso exista a falta de integração entre esses processos (SANTOS, 2015).

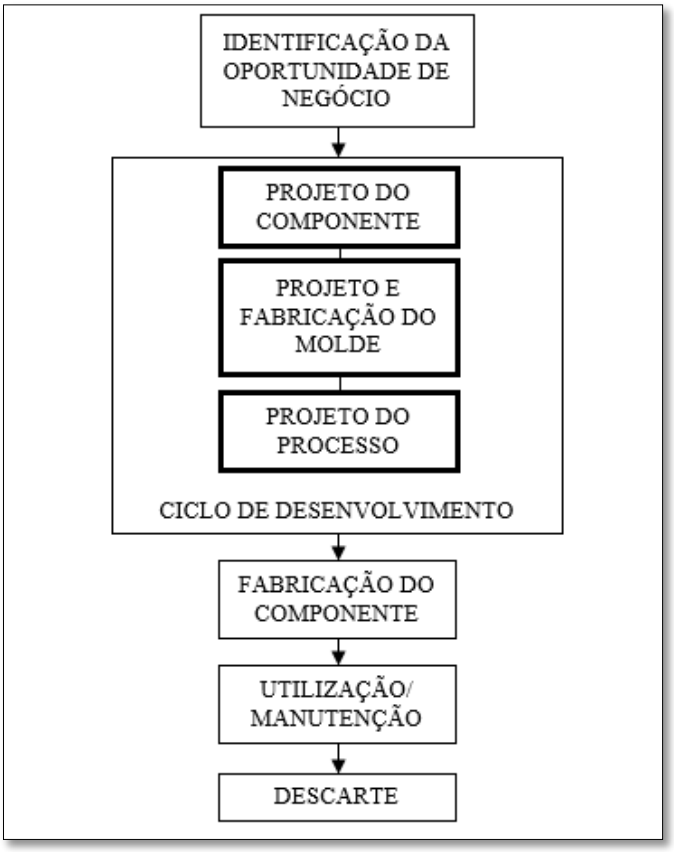
Lin *et al* (2008), desenvolveram uma aplicação para a normalização de concepção inicial de moldes de injeção de plástico. O sistema permite a escolha e a gestão de uma base de dados de placas de molde padrão, mas não fornece cálculos do molde e moldagem por injeção.

Fora estudado também um sistema de concepção estrutural para o desenho do molde 3D com base nas características funcionais, usando um conjunto mínimo de informações iniciais. Além disso, a aplicação permite atribuir as características funcionais de forma flexível antes de realizar o projeto de um modelo sólido. Este sistema de concepção inclui módulos para seleção e cálculo de componentes do molde (DENG *et al*, 2001).

Daré et al. (2001) dividiram o desenvolvimento de produtos plásticos injetados em três fases distintas: o projeto do produto, o projeto e a fabricação do molde, e o projeto do processo de fabricação.

Segundo os autores este desenvolvimento está inserido dentro do ciclo de vida do componente na Figura 12 e envolve todas as etapas e atividades necessárias para tornar o produto concreto. Tendo seu início com o levantamento das necessidades de projeto e termina com a aprovação do lote piloto.

Figura 12 – Ciclo de vida e de desenvolvimento do componente injetado



Fonte: DARÉ *et al* (2001).

Vários autores têm proposto modelos para o projeto de moldes de injeção, contudo, de acordo com Sacchelli (2007) não existe convergência sobre as fases que devem ser seguidas no desenvolvimento de moldes de injeção, conforme mostrado na Tabela 2.9.

Bazzo e Pereira (2006) descreveram que as práticas de projeto têm evoluído continuamente, sendo aprimoradas a partir de experiências particulares. Isso explica porque não existe um padrão único e absoluto para o processo de projeto e nem uma sequência de passos aceita universalmente.

Daré (2001) descreveu que é muito difícil estabelecer uma sistemática para o projeto do molde, devido às interações que existem entre as atividades, exigindo que muitas das inúmeras decisões sejam tomadas de modo iterativo e simultâneo, tornando-se difícil definir o momento exato e a sequência que devem ser realizadas atividades.

Para demonstrar essa forte interação que existe entre as diversas etapas do projeto, o Quadro 2 apresenta um diagrama de relacionamento entre os diversos elementos necessários para o desenvolvimento de projetos de moldes sugerido por Menges e Mohren (1993).

Quadro 2 – Fases de projeto de molde de injeção

	Fase 1	**Fase 2**	**Fase 3**	**Fase 4**	**Fase 5**	**Fase 6**
Fuh *et al.* (2004)	Definir o nú**m**ero e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Definir o sistema de alimentação e analisar as saídas de ar	Projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de refrigração	Projetar as demais partes
Tonolli (2003)	Definir o número e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar as demais partes
Daré (2001)	Definir o número e leiaute das cavidades	Localizar a(s) linha(s) de partição	Projetar o sistema de alimentação	Projetar p sistema de refrigeração	Projetar o sistema mecânico	Projetar o sistema de extração
Lee Cheng & Lee (1997)	Definir o número e leiaute das cavidades	Definir o sistema de alimentação	Determinar as dimensões gerais do molde	Localizar a(s) linha(s) de partição	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e demais partes
Rees (1995)	Desenhar a seção transversal mais significante do componente e esboçar todos os sistemas	Localizar a(s) linha(s) de partição	Realizar o balanceamento do molde	Projetar o sistema de alimentação e possíveis insertos	Analisar as saídas de ar. Projetar o sistema de extração	Projetar o sistema de resfriamento e demais partes
Menges & Mohren (1993)	Especificar a máquina, material e produto	Localizar a(s) linha(s) de partição	Definir o número e leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração e demais partes
Glastrow (1990)	Definir o número e leiaute das cavidades	Projetar o sistema de alimentação	Projetar o sistema de refrigeração	Projetar o sistema de extração	Projetar a saída de ar	

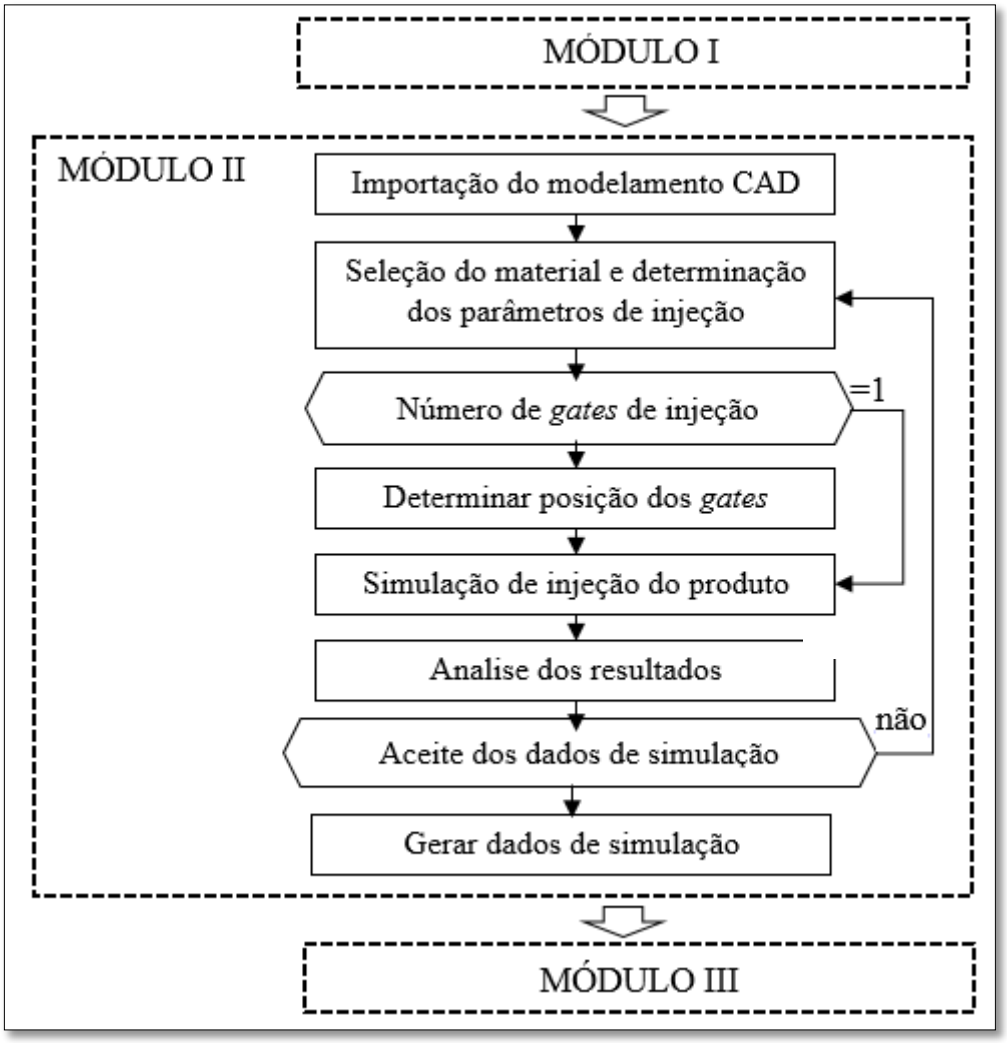
Fonte: SACCHELLI (2007).

Ma *et al* (2003) desenvolveram uma biblioteca de componentes padrão para criação de moldes de injeção utilizando uma abordagem orientada para ao produto considerando a incorporação de diferentes topologias geométricas e as informações não geométricas.

Fora usado integração CAD / CAE para a criação de regras de precisão para a seleção do que foi chamado de molde base. Muitos autores utilizaram sistema CAE para simulação numérica de moldagem por injeção para definir parâmetros de injeção. Contudo, é comum a todos os sistemas anteriormente mencionados, a falta de módulos de cálculo de parâmetros de molde e injeção, o que permitiria a integração de todos os resultados numéricos. Isto leva a conclusão de que existe uma necessidade de criar um sistema de *software* que integre todas as etapas de desenvolvimento projetadas.

Matin *et al* (2012) apresentaram em seu artigo um fluxo, Figura 13, com três etapas para desenvolvimento de molde de injeção, a primeira chamada de módulo I, trabalha com a modelagem da peça no CAD, já o módulo II demanda de todas as informações sobre material e produto para simular o comportamento da injeção e gerar os parâmetros iniciais sugeridos para o processo, já o módulo III através dos dados gerados pelos módulos anteriores, atuam na projeção das forças necessárias de fechamento, dimensionamento do sistema de resfriamento do molde e permitem inserir demais partes que compõem a construção da ferramenta como anel de centro, pinos e buchas guia e outras informações construtivas.

Figura 13 - Fluxograma 1: Modelo integrado de desenvolvimento de molde de injeção



Fonte: Adaptado de: Matin *et al* (2012).

Futuras pesquisas nesta área serão direcionados para a integração de dados no desenvolvimento de moldes, algumas com o objetivo de desenvolver um sistema para automação de projeto de moldes e outras seguindo as tendências de desenvolver um sistema colaborativo usando tecnologias *web*.

Ambas buscarão arquitetar o que deve ser concebido e implementado abrindo inúmeras possibilidades de estudo e conhecimento sobre esse tema.

No capítulo 3 o tema será abordado com cunho técnico teórico, buscando contribuir na gestão do processo de desenvolvimento de moldes, os quais já foram referenciados anteriormente através de conceitos que buscam compreender os mecanismos que constituem uma ferramenta e sistematizar a fase de desenvolvimento de projeto.

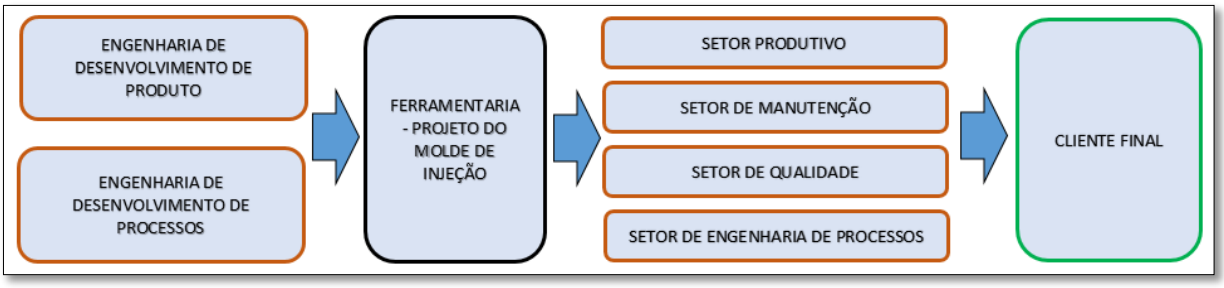
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo é apresentado um método que busca sistematizar o desenvolvimento de um molde de injeção de termoplásticos aplicado na empresa Keko Acessórios SA, levando em consideração todos os requisitos que a matriz deve atender para que possa entregar o melhor resultado quanto as exigências estéticas de produto e exigências técnicas de performance, de modo a atender os objetivos estabelecidos no capítulo 1 desde trabalho.

3.1 CENÁRIO DE ESTUDO

Considerando o modelo fragmentado de desenvolvimento de projetos de molde de injeção, percebe-se a necessidade de primeiramente definir todos os *stakeholders* envolvidos no projeto para que seja possível estabelecer todas as variáveis de interesse de cada parte. A figura 14 demonstrada abaixo exemplifica as partes interessadas e qual o fluxo que a informação segue para que o desenvolvimento ocorra de forma adequada.

Figura 14 – Partes interessadas no desenvolvimento de projeto de moldes de injeção



Fonte: O autor (2020)

Estabelecendo que as áreas de engenharia de desenvolvimento de produto e processo compõe a estrutura fabril conjunta aos setores produtivo, de manutenção, qualidade e engenharia de processos. Ferramentaria refere-se a empresa contratada para execução do projeto e construção do molde e o cliente final como sendo o alvo de todo o desenvolvimento.

3.2 MÉTODO

Existem vários mecanismos para análise de variáveis a serem consideradas no desenvolvimento de qualquer projeto, inclusive no projeto de um molde de injeção. O

importante é que esses mecanismos auxiliem na captura, armazenamento e reutilização de dados.

Como forma de compreender as necessidades das partes interessadas e a partir disso poder construir um roteiro técnico de desenvolvimento do projeto de molde de injeção integrando todas áreas envolvidas e interpretando suas demandas, foi utilizado como ferramenta para esse processo o método QFD (Desdobramento da Função Qualidade).

Essa ferramenta pressupõe que os produtos desenvolvidos devem ser arquitetados de modo a satisfazer as necessidades de todos clientes, levando em conta característica estéticas e técnicas como, processo de fabricação, máquina, matéria-prima e outras variáveis que podem estar relacionadas.

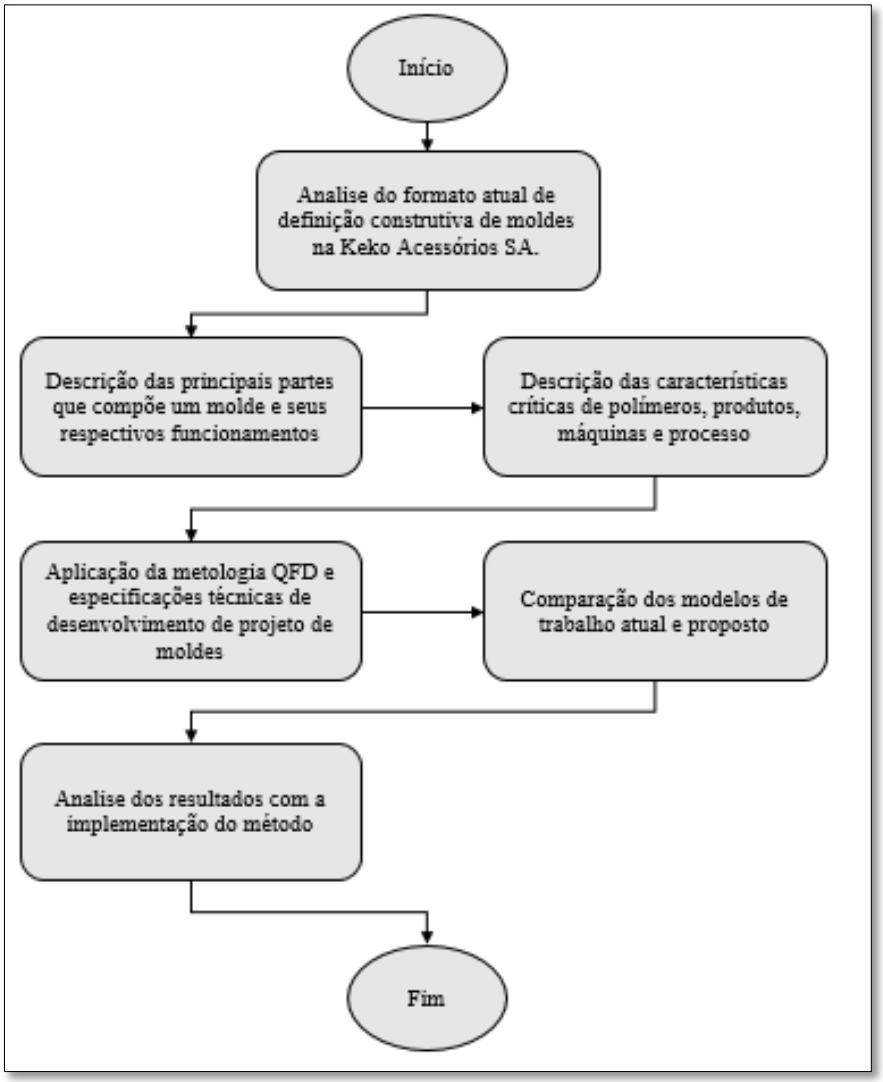
QFD é uma ferramenta utilizada para proporcionar que a equipe de desenvolvimento de um determinado projeto ou produto, incorpore as reais necessidades dos clientes sendo eles internos ou externos, com o objetivo de aplicar as melhorias estabelecidas nesse processo através de uma organização de dados auxiliada por uma matriz.

A matriz QFD que será apresentado no Apêndice A exemplifica o modo como o método pode ser explorado organizando os requisitos do projeto e os requisitos do cliente, após essas definições pode-se correlacionar os pontos destacados para entender o nível de iteração entre eles usando uma simbologia para tornar a gestão da informação mais clara.

No próximo capítulo é apresentado todos os requisitos de projeto e cliente em formato de lista, buscando organizar as informações em formato de especificação técnica, que tem como objetivo sistematizar todo o processo de desenvolvimento de moldes.

O método proposto seguiu a sequência apresentada abaixo na Figura 15.

Figura 15 – Etapas de trabalho



Fonte: O autor (2020)

4 RESULTADOS

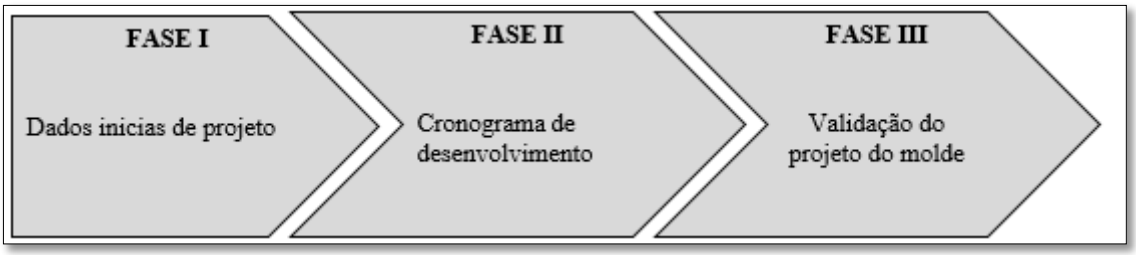
Este capítulo apresentou um método de organização de informações aplicado ao desenvolvimento de um molde de injeção para produção de um acessório automotivo denominado pela empresa Keko Acessórios como *Front Bumper Guard Hilux 21*, produto que será fornecido a Toyota Argentina e utilizado no veículo Toyota Hilux modelo 2021.

O capítulo comparou o modelo atual de organização de dados trabalhado pela Keko Acessórios durante a terceirização do desenvolvimento de projeto e construção de um molde de injeção, com a aplicação de uma estrutura baseada no método QFD.

4.1 MODELO ATUAL DE TRABALHO

O modelo atual de trabalho utilizado pela Keko Acessórios para atuar no desenvolvimento de moldes em conjunto com matrizarias contratadas ocorre basicamente em três etapas, essas etapas são apresentadas na Figura 16.

Figura 16 – Etapas do modelo atual de trabalho

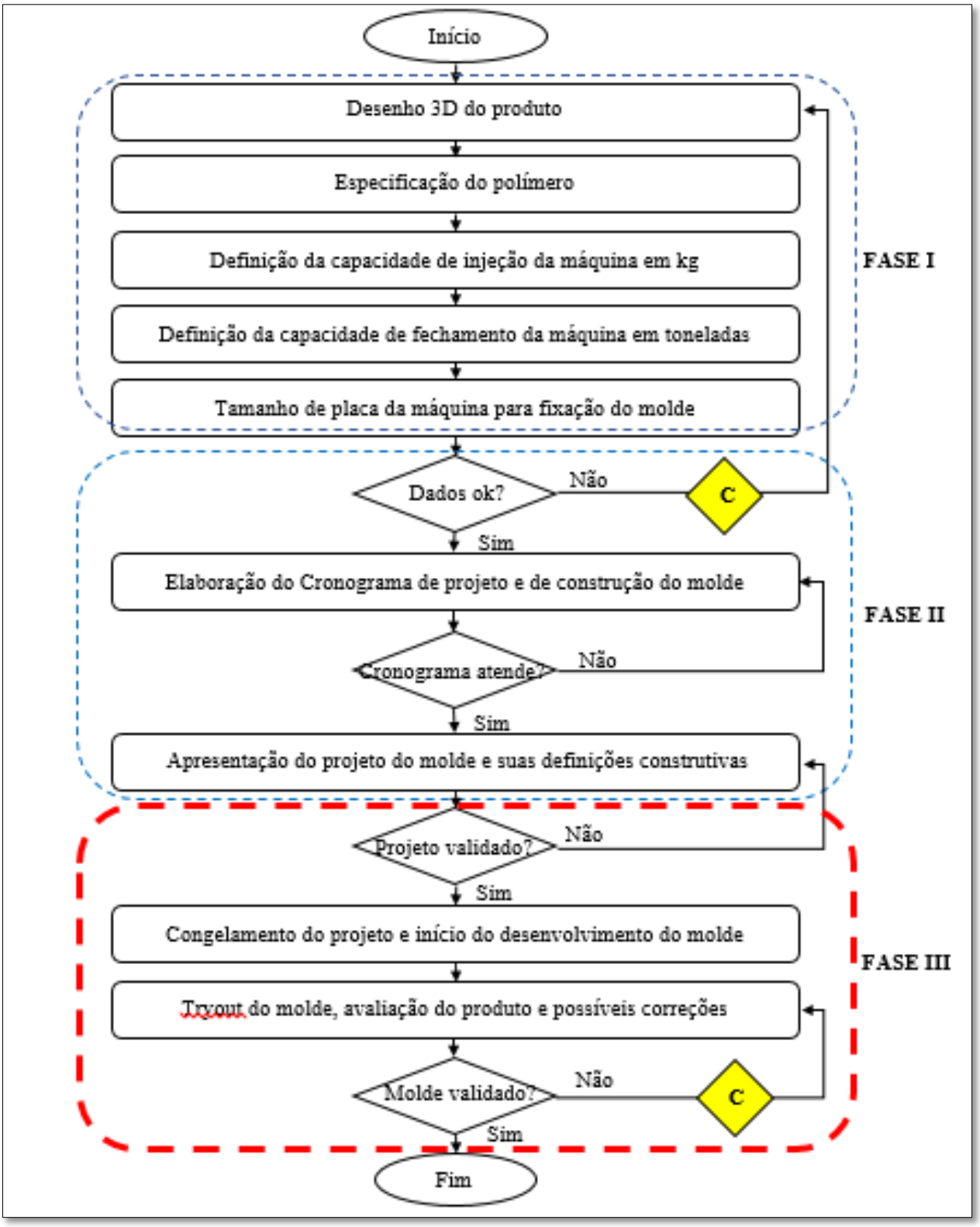


Fonte: O autor (2020)

A seguir é apresentado um fluxograma que detalha as abordagens feitas em cada uma das fases apresentadas anteriormente, onde na Fase I a responsabilidade das demandas ficou concentrada com a empresa contratante, na Fase II as atividades ocorreram de forma compartilhada com a matrizaria contratada e este formato permaneceu na Fase III.

Abaixo estão as etapas trabalhadas em cada uma das Fases, exemplificadas pela Figura 17, destacando a Fase III por ser a etapa onde o molde já está materializado e por diversas vezes ocorre a necessidade de ajustes e alterações. Outros momentos considerados críticos no projeto ficam destacados no fluxograma pelo losango amarelo.

Figura 17- Fluxograma 2 – Abordagens realizadas em cada etapa do projeto do modelo atual



Fonte: O autor (2020)

O modelo apresentado evidenciou que não está sistematizado nenhum evento para discussão do projeto antes da materialização do molde e que as necessidades acabam sendo expostas somente visualizando o produto final injetado.

4.2 MODELO APLICADO UTILIZANDO A ESTRUTURA DO MÉTODO QFD

Analisando que em muitos moldes construídos tem-se problemas de projeto que impactam diretamente nos produtos e nos processos de injeção, foi aplicado a estrutura de análise do método QFD para otimizar a organização de todas as informações referentes a produto, máquina, molde e processo. O desenvolvimento concentrou-se na organização dos dados, buscando entender as demandas de todas as partes interessadas no projeto.

A situação aplicada pode ser apresentada em cinco etapas, duas a mais que o modelo de trabalho atual, incluindo um momento de definições técnicas embasadas nas informações inicias de projeto e outro momento de discussão e considerações sobre o projeto do molde antes da materialização da ferramenta. Figura 18.

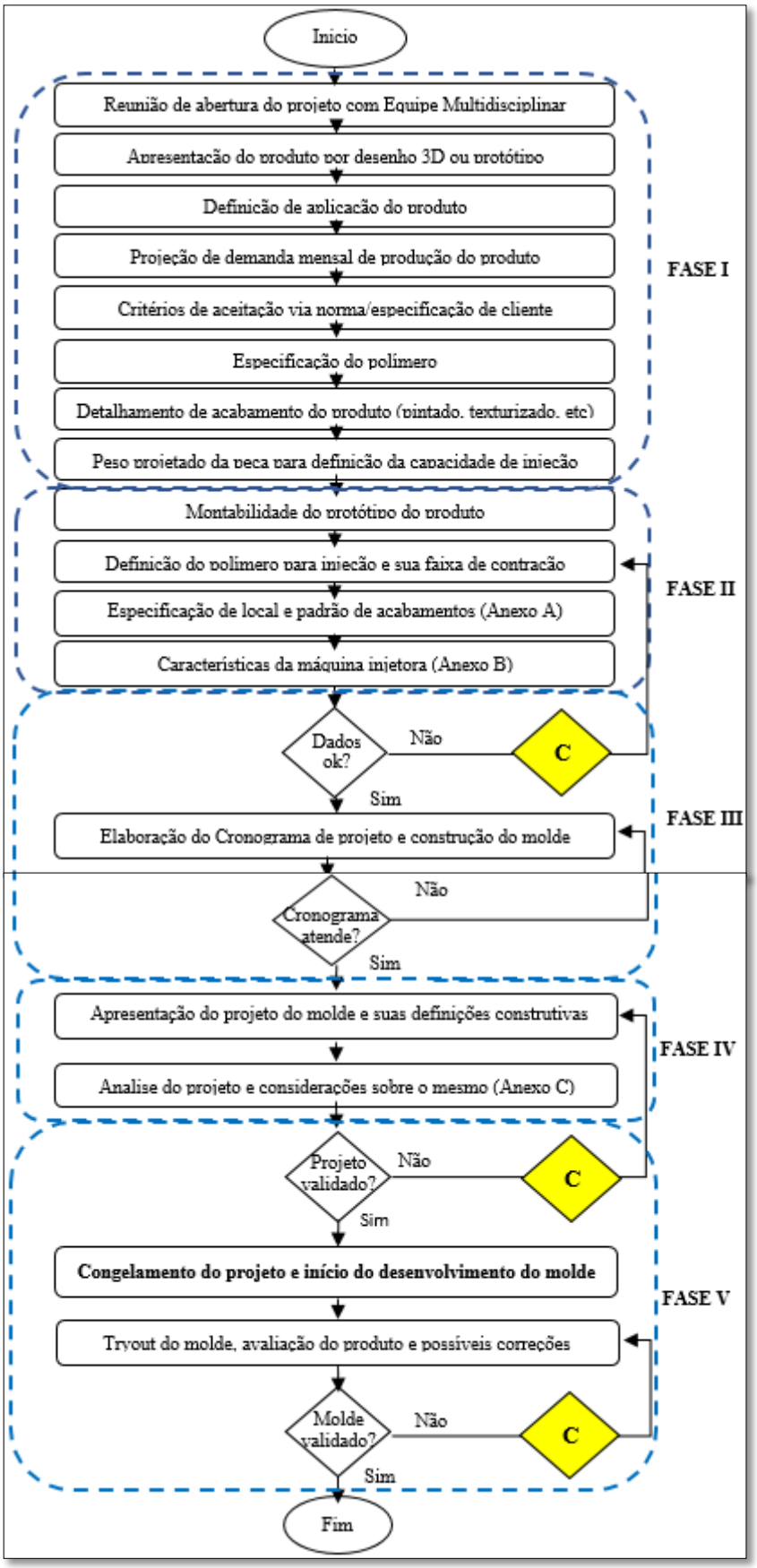
Figura 18 – Etapas do modelo proposto de trabalho

Fonte: O autor (2020)

A seguir é apresentado um fluxograma que detalha as abordagens feitas em cada uma das fases apresentadas anteriormente, onde na Fase I e II a responsabilidade das demandas ficou concentrada com a empresa contratante, na Fase III e IV as atividades ocorreram de forma compartilhada com a matrizaria contratada e este formato permanece na Fase V.

Destaque para a Fase II e IV da Figura 19, onde ocorreram definições técnicas padronizadas que foram detalhadas nos Anexos B e C deste trabalho.

Figura 19 - Fluxograma 3 – Abordagens em cada etapa do projeto do modelo proposto



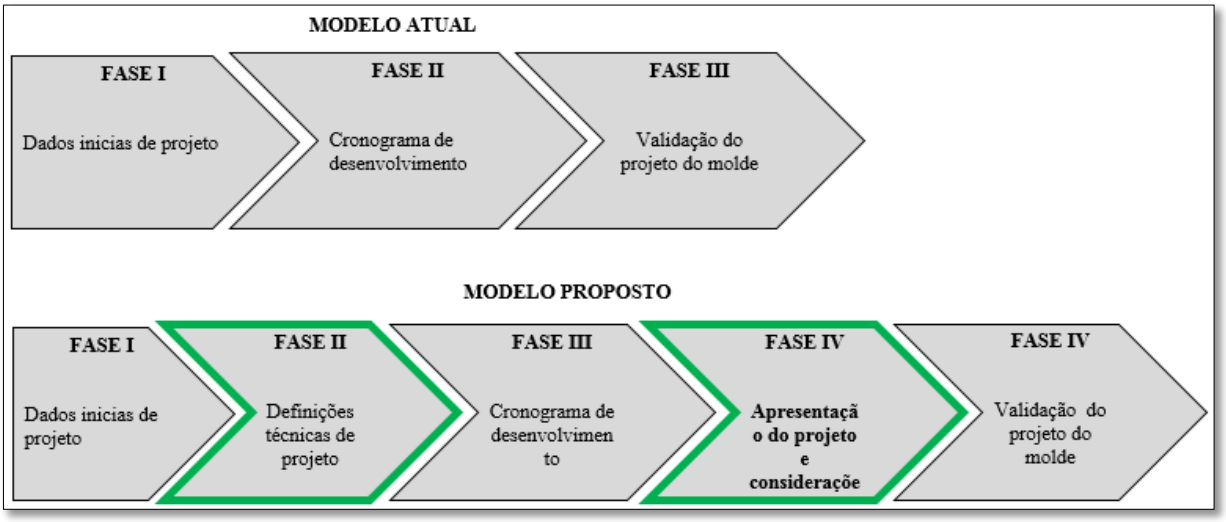
Fonte: O autor (2020)

O modelo apresentado demonstra a sistematização de eventos para discussão de detalhes técnicos que antecederam o projeto do molde, considerando necessidades de ajustes antes da sua materialização.

4.3 COMPARATIVO ENTRE OS CONCEITOS DE TRABALHO

As diferenças entre os modelos anteriormente destacados devem ser demonstradas antes de iniciar a apresentação das evidências obtidas no desenvolvimento deste trabalho. Na Figura 20 fica explicito e destacado as etapas incluídas.

Figura 20 – Comparativo entre etapas de cada modelo de trabalho



Fonte: O autor (2020)

4.4 EVIDÊNCIAS DE APLICAÇÃO DO MÉTODO

Fora desenvolvido um roteiro de construção e organização de dados para cada fase já apresentada, na sequencia foi demonstrado situações pontuais que podem ser completamente exploradas no Anexo C.

4.4.1 Dados iniciais de projeto

Na Fase I, abriu-se a discussão sobre o produto que foi desenvolvido e foi explorado e apresentado dados iniciais de projeto, para que a equipe multidisciplinar composta pelas áreas de engenharia de produto, processos, qualidade, manutenção e produção tivessem

conhecimento deste novo produto e pudessem fazer considerações iniciais sobre o objetivo do projeto, essa discussão pode ser consultada no Anexo C deste trabalho.

4.4.2 Definições técnicas de projeto

Na segunda fase foram apresentadas pela equipe envolvida no projeto o amadurecimento técnico referente aos destaques feitos na Fase I, fortalecendo a base de dados que posteriormente foi utilizada pela matrizaria contratada na elaboração do cronograma e do próprio projeto, essas informações podem ser amplamente exploradas nos Anexos A, B e C.

4.4.3 Cronograma de desenvolvimento

Utilizando de uma base de dados técnica, a Fase III consistiu na elaboração e apresentação do cronograma de projeto realizado pela matrizaria contratada.

Este cronograma que foi permitido ser divulgado pela Keko Acessórios por não conter nenhuma informação confidencial pode ser consultado no Anexo D.

4.4.4 Apresentação do projeto e considerações

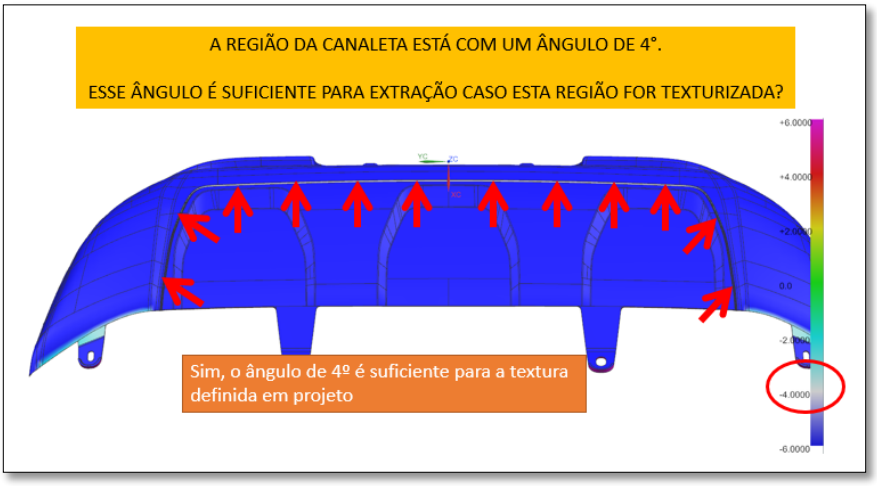
Após a validação do cronograma, ocorreu a apresentação do projeto da ferramenta que por sua vez foi o ponto de maior relevância neste trabalho. Nesta fase incluiu-se um evento para avaliação detalhada dos itens de maior importância na fabricação de um molde e que impactam diretamente na condição de produção e qualidade final do produto.

Abaixo é apresentado três dos vários tópicos que foram abordados nesta etapa do projeto apenas para exemplificar o conceito de análise realizada. Todos os demais itens verificados constam no Anexo C.

4.4.4.1 Análise crítica do projeto

Com o entendimento aprofundado do produto e do processo pela equipe multidisciplinar, foi possível indagar inúmeros pontos que para o fabricante passaram despercebidos, as Figuras 21, 22 e 23 demonstram pontos críticos do projeto que foram otimizados devido ao modelo de trabalho executado para este projeto.

Figura 21 – Possibilidade de interferência da textura durante a extração da peça



Fonte: O autor (2020).

Considerando que a textura altera geometricamente a superfície do produto, existe a possibilidade de interferência durante o movimento de extração da peça podendo não permitir que a extração ocorra adequadamente ou que ocorra a danificação do produto.

A Figura 22 evidenciou a análise referente a possibilidade de rechupe devido a uma nervura mais espessa em uma determinada parte do produto.

Figura 22 – Possibilidade de rechupe em nervuras espessas

Fonte: O autor (2020).

HARADA (2004) definiu como rechupe a contração desigual (deformação) em um produto moldado e afirma que a contração é diretamente proporcional a espessura da peça, em

casos de nervuras adjacentes à parede do produto, não recomendasse espessuras superiores a 33% em relação a esta parede.

A Figura 23 colocou em discussão uma região da peça que apresenta ângulo negativo, indicando que no momento da extração haverá uma interferência que podia fragilizar o produto ou gerar algum problema de aparência.

Figura 23 – Ângulo negativo para extração

Fonte: O autor (2020).

Após a correção de todos os pontos destacados, o projeto foi reapresentado para uma nova análise da equipe multidisciplinar e posterior validação.

Compreendendo que o projeto atendeu as expectativas previamente estabelecidas no Anexo C e que todos os demais requisitos especificados no Anexo A e B ficaram claramente entendidos e factíveis de realização, autorizou-se que a construção do molde fosse iniciada pela matrizaria contratada.

4.4.5 Redução de tempo de entrega do projeto e custos evitados

Com as considerações adequadas realizadas nas etapas anteriores foi possível avaliar no cronograma macro do projeto a redução de alguns eventos que anteriormente estavam reservados devido ao formato de análise de problemas que ocorreriam na prática de *tryouts*. A O anexo D mostra o cronograma completo com a redução de tempo devido a não necessidade de realização destes eventos.

Consequência desta redução de tempo e de eventos de validação de molde, foi a redução de custo final do projeto. Essa redução foi bastante representativa uma vez que estes custos já haviam sido orçados e programados. Esses ganhos estão representados no Apêndice B deste trabalho.

Após a apresentação de todas as análises realizadas neste projeto, foi possível a partir delas obter algumas conclusões quanto ao modelo de trabalho aplicado. Essas conclusões foram apresentadas no capítulo seguinte.

5 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo a exploração das características construtivas de moldes de injeção e a aplicação de um método que estruturasse as fases que antecedem o projeto final e a construção de ferramentas de injeção de termoplásticos, buscando identificar possíveis inconsistências de projeto que impactariam negativamente no processo produtivo e na qualidade final do produto.

Considerando que a empresa não possuía nenhum método com essa característica de análise, o trabalho executado teve resultados satisfatórios na estruturação das etapas de desenvolvimento.

As fases anteriormente apresentadas possibilitaram reduzir o cronograma de entrega da ferramenta em 17,8% devido a identificação de inconsistências de projeto que demandariam testes de injeção e ajustes na ferramenta, situações que haviam sido previstas no cronograma macro do projeto apresentado no Anexo D.

Foi antecipado a entrega do produto final para o cliente em 35 dias, contribuindo no faturamento antecipado deste projeto.

Devido à redução dos *tryouts* de injeção para identificação de falhas e correções de molde, foi minimizado os gastos de projeto em aproximadamente de R$ 90.504,00. Esse valor representa aproximadamente 7% do valor total do projeto.

Portanto concluo que o trabalho desenvolvido contribuiu para obtenção êxito no projeto final da ferramenta e do produto, melhorando prazos, reduzindo custos e atendendo a qualidade final esperada pelo cliente.

Esse modelo apresentado está em processo de análise na empresa como um novo método para desenvolvimentos de projetos de molde, com o objetivo de ser formalmente implementado nos próximos desenvolvimentos.

6 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

A partir das conclusões obtidas, seguem sugestões para trabalhos futuros:

a) Estruturar o método em um formato padrão de roteiro de projeto ou *check list* de projeto, considerando todos os pontos de análise abordados;
b) Considerar nessa estrutura padrão proposta um ambiente para registro de problemas evidenciados no projeto;
c) Estabelecer ao final do desenvolvimento uma etapa para retroalimentação do documento com as lições aprendidas durante o projeto;
d) Aplicar o método em projetos de outras ferramentas, como dobra e estampo;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PESQUISA FAPESP. **Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo,** n.281, jul. 2019. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/2019/07/08/planeta-plastico/> Acesso em 31 mar. 2020.

PESQUISA **Tecnologia de Materiais**, Disponível em: http://www.tecnologiademateriais.com.br/portal/noticias/plasticos_engenharia/2014/junho/automobilistica.html#:~:text=O%20percentual%20de%20pl%C3%A1stico%20nos,%25%20a%2030%25%20em%202030.

ZHOU, Huamin; SHI, Songxin; MA, Bin. **A virtual injection molding system based on numerical simulation.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, [s.l.], v. 40, n. 3-4, p. 297-306, jan. 2009. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00170-007-1332-1.

FERREIRA, C. V. **Metodologia para as Fases de Projeto Informacional e Conceitual de Componentes de Plástico Injetado Integrando os Processos de Projeto e Estimativa de Custos.** 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SACCHELLI, C. M. **Sistematização do processo de desenvolvimento integrado de moldes de injeção de termoplásticos**. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

COSTA, C. A.; LUCIANO, M. A. **Tendências e desafios para sistemas computacionais de apoio ao projeto de moldes de injeção**. Plástico Sul, Porto Alegre, Ano 3, p. 40-45, 2002.

SILVEIRA, A. P. P. **A Satisfação do Cliente de Ferramentaria: Cumplicidade com Responsabilidade.** Ferramental – Revista Brasileira da Industria de Ferramentais, Joinville, p.09-12, jul/ago. 2005.

MICHAELI, Walter; GREIF, Helmut; HAUFMANN, Hans; VOSSEBURGER, Franz-josef. **Tecnologia dos plásticos**. Aachen: Blucher, 1995.

LIRA, Valdemir Martins. **Princípios dos processos de fabricação utilizando metais e polímeros**. São Paulo: Blucher, 2018.

MANO, Eloisa Biasotto. **Polímeros como materiais de engenharia**. 8. ed. São Paulo: Blucher, 2019.

MIRANDA, Diego Alves de; NOGUEIRA, André Lourenço**. Simulation of an Injection Process Using a CAE Tool: assessment of operational conditions and mold design on the process efficiency. : Assessment of Operational Conditions and Mold Design on the Process Efficiency.** Materials Research, [s.l.], v. 22, n. 2, p. 1-16, 2019. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2018-0564. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-14392019000200212&script=sci_arttext. Acesso em: 23 maio 2020.

HUSZAR, Marton; BELBLIDIA, Fawzi; DAVIES, Helen M.; ARNOLD, Cris; BOULD, David; SIENZ, Johann. - **Sustainable injection moulding: The impact of materials selection and gate location on part warpage and injection pressure**. Sustainable Materials and Technologies, [s.l.], v. 5, p. 1-8, set. 2015. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.susmat.2015.07.001.

GONZÁLEZ, Alfredo; MAFFIA, Ernesto Gustavo. - **Development of a Material for Manufacturing a Mold for Plastic Injection.** Materials Research, [s.l.], v. 20, n. 5, p. 1414-1417, 7 ago. 2017. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1980-5373-mr-2017-0307.

KAPILA A, SINGH K, ARORA G, AGARWAL N. - **Effect of varying gate size on the air traps in injection molding**. International Journal of Current Engineering and Technology. 2015;5 (1):161-166.

ASHBY,M.F.; JONES, D.H. - **Engeneering Materials 2**, Pergamon Press, 1988. pp 237-238

BLASIO C. A. - **Solução de Defeitos na Moldagem por Injeção de Termoplásticos.** Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

BILLMEYER JR. F.W. - **Textbook of Polymer science**, 3ª ed. New York: John Wiley & Sons (1984).

MANO, Eloisa Biasotto; MENDES, Luís Cláudio. - **Introdução a polímeros**. 2. ed. São Paulo: Blucher 1999.

CUNHA, A. - **Manual do projetista para moldes de injeção de plásticos: moldação por injeção e materiais plásticos.** Marina Grande: Centimfe, 2003.

SANTOS L. U. – **Modelo e processo de desenvolvimento integrado de moldes para injeção de termoplásticos.** Tese (Mestrado em Engenharia de Produção) – Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 2015, pág. 32.

MORASSI, Odair José. - **Polímeros termoplásticos, termofixos e elastômeros**. São Paulo, SP: Conselho Regional de Química IV Região (SP), 2013. Disponível em: http://www.crq4.org.br/sms/files/file/apostila_pol%C3%ADmeros_0910082013_site.pdf Acesso: Maio 2020.

TODD, Robert H.; ALLEN, Dell K.; ALTING, Leo. - **Manufacturing Processes Reference Guide**. New York: Industrial Press Inc., 1994. pags. 240-245.

BACK, N. - **Metodologia de Desenvolvimento Rápido de Produtos de Injeção.** Departamento de Engenharia Mecânica - NEDI– - UFSC. 1998.

HARADA, J. - **Moldes para injeção de termoplásticos: projetos e principios básicos**. São Paulo, Artliber, 2004,

LIN, Bor-tsuen; CHANG, Ming-ren; HUANG, Hau-luen; LIU, Chun-yu**. Computer-aided structural design of drawing dies for stamping processes based on functional features.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, [s.l.], v. 42, n.

11-12, p. 1140-1152, 8 ago. 2008. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00170-008-1670-7.

DENG, Y.-m.; BRITTON, G. A.; LAM, Y. C.; TOR, S. B.; MA, Y. S.. - **Feature-based CAD-CAE integration model for injection-moulded product design.** International Journal of Production Research, [s.l.], v. 40, n. 15, p. 3737-3750, jan. 2002. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/00207540210141643.

FERRO, S. **Setor tem tecnologia de ponta e preço coreano**. Plástico Moderno on line. Ed 321, 2001. Disponível em: http://www.plastico.com.br/revista/pm321/moldes/setor_tem_tecnologia.htm. Acesso em: Fevereiro 2006.

TONOLLI, E. J. Jr. **Ambiente colaborativo para o apoio ao desenvolvimento de moldes para injeção de plásticos**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

DARÉ, G. **Proposta de um modelo de referência para o desenvolvimento integrado de componentes de plásticos**. 2001, 219 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

REES, H. **Mold engineering**. Hanser/Gardner, 2002

POUZADA, A. S. **Manual do projetista para moldes de injeção de plásticos:** moldes na indústria de transformação. Marina Grande: Centimfe, 2003.

TONOLLI, E. J. Jr. **Ambiente colaborativo para o apoio ao desenvolvimento de moldes para injeção de plásticos**. 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

DIAS, K. P. **Proposta de modelo para a gestão do conhecimento no projeto de moldes de injeção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MENGES, G., MOHREN, P. **How to make injection molds**. 2 ed. Munich: Hanser, 1993.

POLIMOLD. **Catálogo de porta moldes:** 2 placas. Disponível em https://www.polimold.com.br/downloads/porta_molde/2placas/catalogo_2placas_web_full.pdf. Acesso em: Maio 2020.

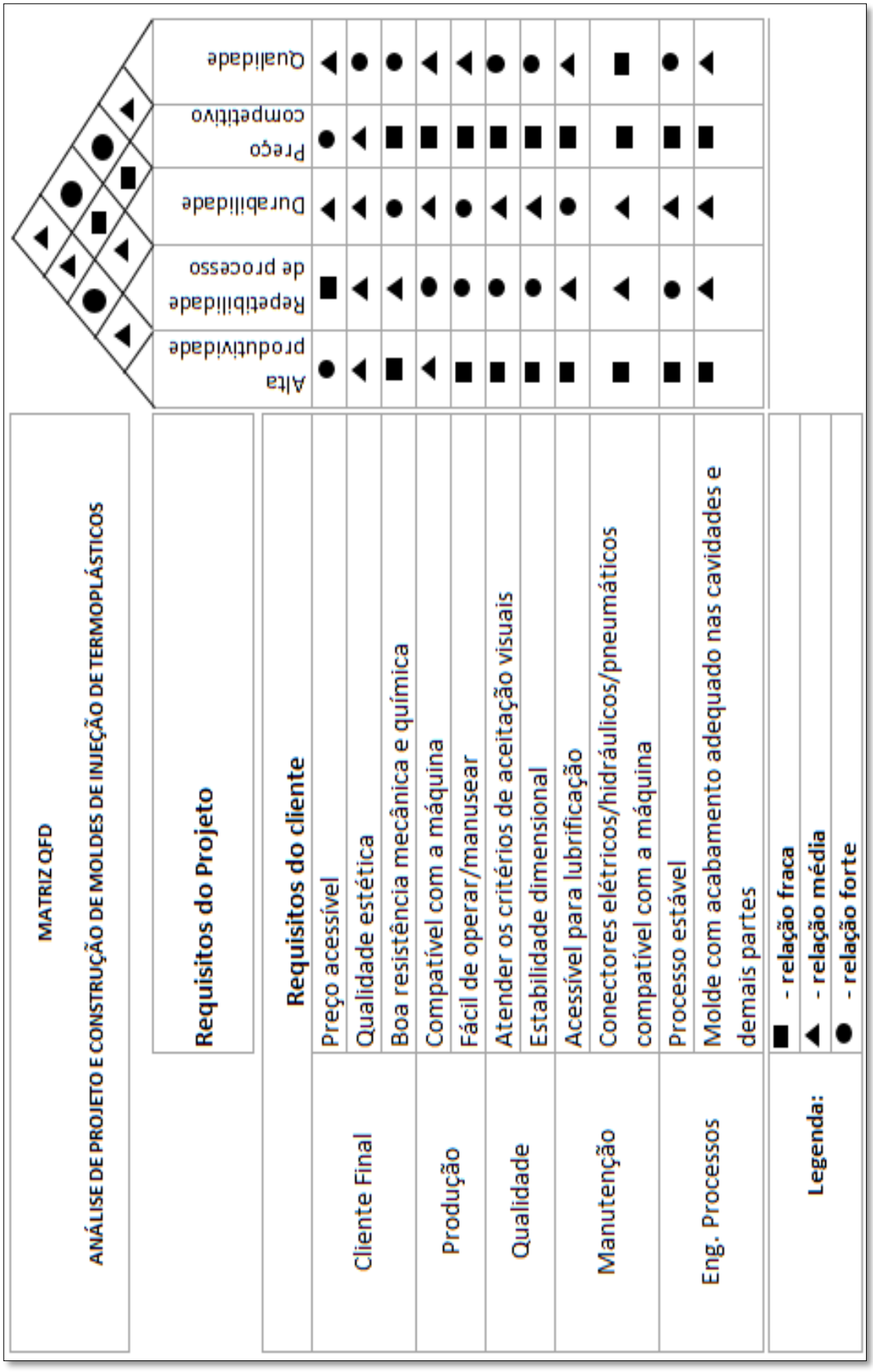
PARQUE, H. S., DANG, X. P. - **Development of a smart plastic injection mold with conformal cooling channels.** Los Angeles, Elsevier B.V. 2017.

MA, Yong-sheng; TOR, Shu Beng; BRITTON, Graeme A. **The development of a standard component library for plastic injection mould design using an object-oriented approach.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**,** [s.l.], v. 22, n. 9-10, p. 611-618, 1 nov. 2003. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00170-003-1555-8.

MATIN, Ivan; HADZISTEVIC, Miodrag; HODOLIC, Janko; VUKELIC, Djordje; LUKIC, Dejan. **A CAD/CAE-integrated injection mold design system for plastic products.** The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, [s.l.], v. 63, n. 5-8, p. 595-607, 25 jan. 2012. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00170-012-3926-5.

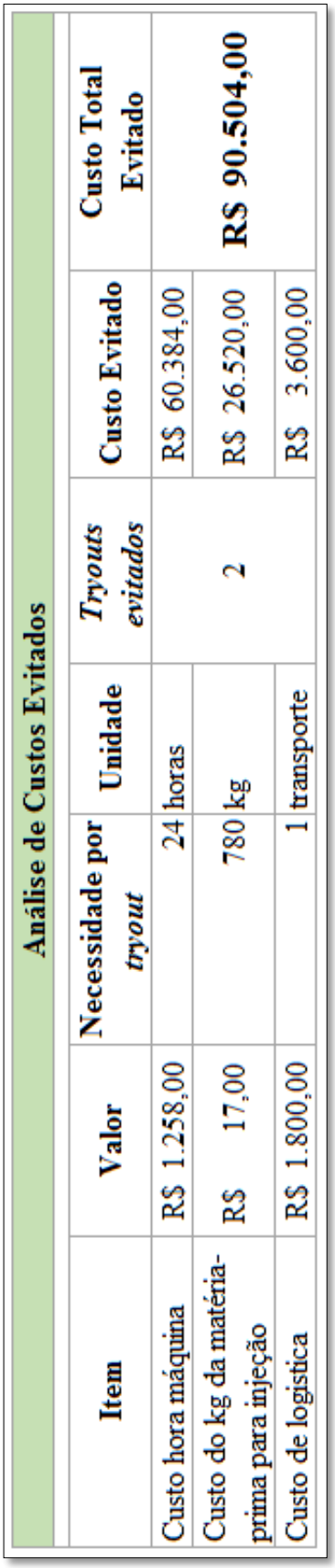
THOMAZI, E. **Influência do ciclo de resfriamento do molde na obtenção de discos cerâmicos por injeção em baixa pressão**. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2014.

APÊNDICE A – MATRIZ QFD



Fonte: O autor (2020)

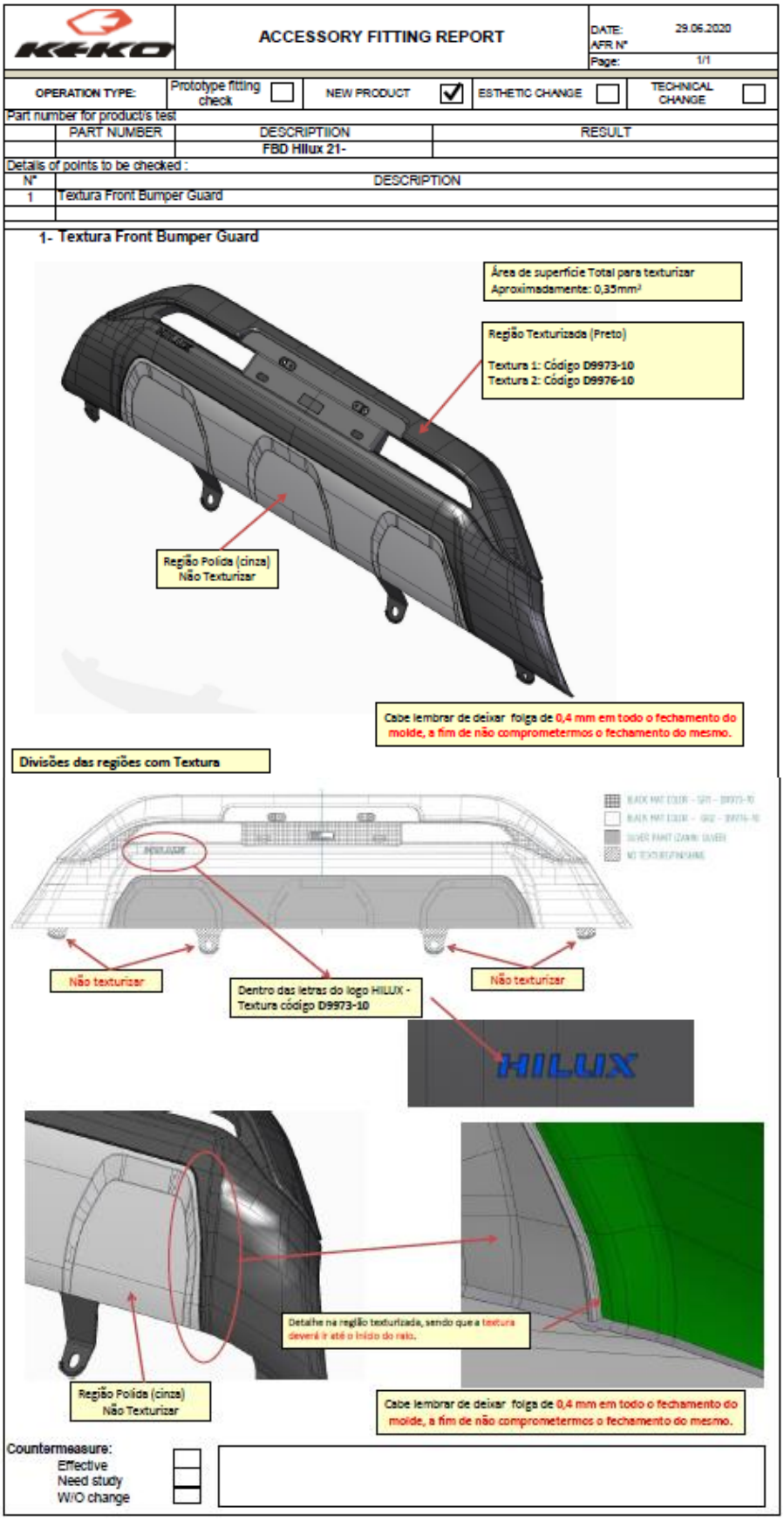
APÊNDICE B – ANÁLISE DE CUSTO EVITADO



Análise de Custos Evitados						
Item	**Valor**	**Necessidade por *tryout***	**Unidade**	***Tryouts evitados***	**Custo Evitado**	**Custo Total Evitado**
Custo hora máquina	R$ 1.258,00	24	horas	2	R$ 60.384,00	**R$ 90.504,00**
Custo do kg da matéria-prima para injeção	R$ 17,00	780	kg		R$ 26.520,00	
Custo de logistica	R$ 1.800,00	1	transporte		R$ 3.600,00	

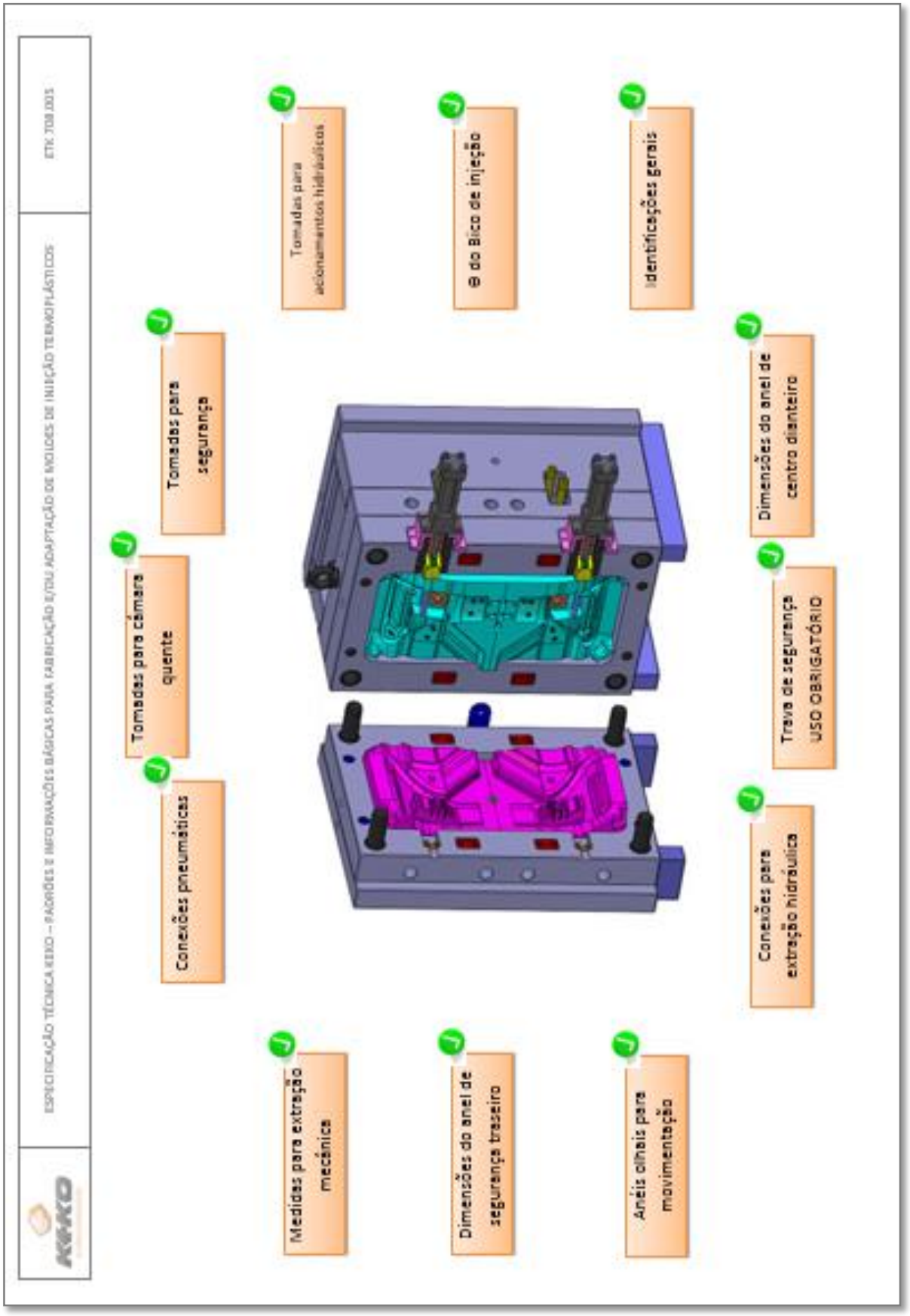
Fonte: O autor (2020)

ANEXO A – ACESSORY FITTING REPORTE PARA TEXTURA DE MOLDE



Fonte: Keko Acessórios (2020)

ANEXO B – PADRÕES E INEFORMAÇÕES BÁSCIAS PARA CONSTRUÇÃO E/OU ADPATAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO DE TERMOPLÁSTICOS



Fonte: Keko Acessórios (2020)

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

TOMADAS PARA CÂMARA QUENTE

Equipamentos: INJ005 / INJ002

Injetoras Haitian 1400 e Haitian 380

Controlador de temperatura possui 1 par de conectores, sendo 1 contato macho e 1 contato fêmea.

Obs: Conectores KAP e HARTING são compatíveis, porém é necessário fazer a conversão correta de códigos de compra.

Linha HAN-24E

No molde irá conter:

bases fixas

contato macho 24 pinos

contato fêmea 24 pinos

Plugues e tomadas - Série PB

Soquetes

Soquetes - Modelos

Com Contato Terra

Tamanho	Pólos	Macho	Fêmea
24	24	PBH24M	PBH24F
		PBH24SM ④	PBH24SF ④

Carcaças e Bases

Carcaças

TAMANHO	Saída Lateral - 1 Abraçadeira		Saída Superior - 1 Abraçadeira	
	Plástica	Metálica	Plástica	Metálica
24	PB24J	PBP24L	PB24K	PBP24S

Bases

TAMANHO	Base de Embutir - 1 Abraçadeira		Base de Sobrepor - 1 Abraçadeira	
	Plástica	Metálica	Plástica	Metálica
24	PB24V	PBU24B	PB24W	PBU24A

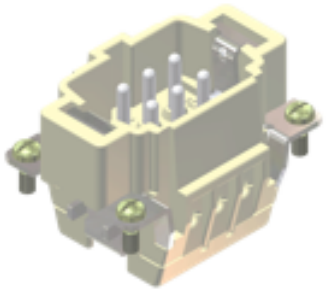
Fonte: Keko Acessórios (2020)

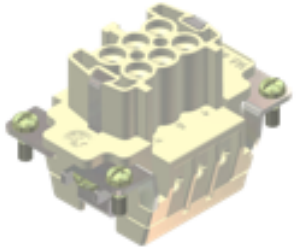
KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

TOMADAS PARA CÂMARA QUENTE

Equipamentos: INJ001

Injetora Sandretto 170





No molde irá conter:

bases fixas

contato macho 06 pinos

Obs: Conectores KAP e HARTING são compatíveis, porém é necessário fazer a conversão correta de códigos de compra.

HAN 6E – F – S 09330062701 16ª 500V 6KV 3

HAN 6E – M – S 09330062601 16ª 500V 6KV 3

Controlador de temperatura possui 1 conector fêmea.

Plugues e tomadas - Série PB

Soquetes

Soquetes - Modelos

Tamanho	Pólos	Macho	Fêmea
6	6	PBH06M	PBH06F
		PBH06SM ④ CE UL	PBH06SF ④ CE UL

Carcaças e Bases

Carcacas

TAMANHO	Saída Lateral - 1 Alavanca		Saída Superior - 1 Alavanca	
	Plástica	Metálica	Plástica	Metálica
6	PB06J	PB06L	PB06K	PB06S

Bases

TAMANHO	Base de Embutir - 1 Alavanca		Base de Sobrepor - 1 Alavanca	
	Plástica	Metálica	Plástica	Metálica
6	PB06V	PB06B	PB06W	PB06A

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

TOMADAS SEGURANÇA E ACIONAMENTOS HIDRÁULICOS

Equipamentos: INJ005 / INJ002 / INJ001

Injetoras Haitian 1400 / Haitian 380 / Sadretto 170

Plugues e tomadas - Série PH

Especificações
Código p/ compra
Dimensões

Código para Compra

Nº de Contatos	Soquete Macho	Soquete Fêmea	Carcaça com Saída Lateral	Carcaça com Saída Superior	Base
16	PH16M	PH16F	PH16L	PH16S	PH16B

Especificações
Código p/ compra
Dimensões

Dimensões Principais

Polos	L1	L2	H1	H2	S1	S2	X1	X2	Y1	Y2	Pg
16	96	-	85	113.5	30	57	23.5	17.5	73.5	86	16

Injetoras possuem 1 ou 2 conectores, sendo ambos contato macho.

Obs: Conectores KAP e HARTING são compatíveis, porém é necessário fazer a conversão correta de códigos de compra.

Linha HAN-16A

No molde irá conter:

bases fixas

contatos fêmea 16 pinos

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

REFRIGERAÇÕES INDIVIDUAIS

Linha Refrigeração

Engate Rápido Macho e Fêmea

Série ERD-12

Informações de Uso

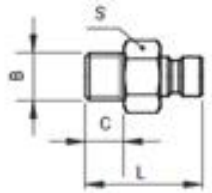
Principais aplicações: sistemas de refrigeração, sistemas pneumáticos, máquinas sopradoras e injetoras
Principais fluidos de passagem: água e óleo
Modelo: com retenção de fluído na fêmea (quando desacoplado)
Conexão: retração da luva
Desconexão: retração da luva
Conexão sob pressão: não permitida
Desconexão sob pressão: não permitida

Informações Técnicas

Tamanho	Vazão Nominal (l/min)	Pressão Máxima de Trabalho (bar)	Pressão Máxima de Ruptura da Fêmea (bar)	Pressão Máxima de Ruptura Conectado (bar)
06 (3/8")	21	32	130	130

MOLDE

Engate com Rosca Externa

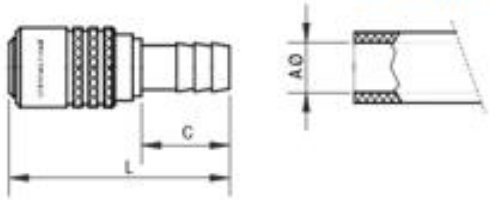


Macho

Tamanho	Código	B Rosca Externa	C (mm)	L (mm)	S (mm)
06	115.062018.0	1/8" NPT	9	29	9/16"
06	115.062012.0	1/4" NPT	12	33	5/8"
06	115.062014.0	3/8" NPT	12	33	11/16"
06	115.062016.0	1/2" NPT	17	40	7/8"

MÁQUINA

Engate para Mangueira



Fêmea

Tamanho	Código	A Ø Interno da Mangueira	C (mm)	L (mm)
06	112.062009.0	3/8"	25	66
06	112.062010.0	1/2"	25	66

Conexões Padrão Dynamics. Outras marcas devem ser submetidas a teste de compatibilidade.

Limite máximo para entradas e saídas:

Sandretto 170: 4 entradas e 4 saídas 3/8"

Haitian 380: 8 entradas e 8 saídas 3/8"

Haitian 1400: 16 entradas e 16 saídas 3/8" + 2 entradas e 2 saídas 1"

Equipamentos: INJ005 / INJ002 / INJ001

Injetoras Haitian 1400 / Haitian 380 / Sadretto 170

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

REFRIGERAÇÕES COM BLOCO MANIFOLD

Linha Refrigeração

Engate Rápido Macho e Fêmea

Série ERD-15

Limite máximo para entradas e saídas:

2 entradas

2 saídas

Informações de Uso

Principais aplicações: sistemas de refrigeração, sistemas pneumáticos, máquinas sopradoras e injetoras

Principais fluidos de passagem: água e óleo

Modelo: passagem livre

Conexão: retração da luva

Desconexão: retração da luva

Conexão sob pressão: não permitida

Desconexão sob pressão: não permitida

Conexões Padrão Dynamics. Outras marcas devem ser submetidas a teste de compatibilidade.

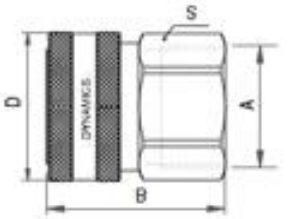
Informações Técnicas

Tamanho	Vazão Nominal (l/min)	Pressão Máxima de Trabalho (bar)	Pressão Máxima de Trabalho Conectado (bar)
16 (1")	380	75	300

Engate com Rosca Interna

Fêmea

Tamanho	Código	A Rosca Interna	B (mm)	D (mm)	S (mm)
16	112.092004.0	1" NPT	51	44,4	1.3/4"

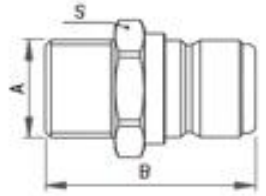


MOLDE

Engate com Rosca Externa

Macho

Tamanho	Código	A Rosca Externa	B (mm)	S (mm)
16	115.092086.0	1" NPT	64	1.3/8"



MÁQUINA

Equipamento: INJ005

Injetora Haitian 1400

Fonte: Keko Acessórios (2020)

Fonte: Keko Acessórios (2020)

TIPO DE ÁGUA UTILIZADA

Água fria

Equipamento: INJ001 / INJ002

Injetoras Sandretto 170 e Haitian 380

Unidade Compacta com Condensação a Ar / Água

Modelo	Capacidade Nominal[1]	Potência em Regime[1]	Capacidade Nominal[2]	Potência em Regime[2]	Bomba de processo		Reservatório de Água	Dimensões (mm)			Peso	Água de Condensação[1]	Ar de Condensação[2]	Diâmetro da tubulação
	kcal/h	kW	kcal/h	AR	m³/s	mca	litros	alt.	larg.	prof.	Kg	m³/h	m³/h	Conexão
SAT 022	23.000	6,52	22.500	8,56	5,5	30	85	1.387	780	1.295	360	5,85	8.000	1 ½"

1- Valores referentes à linha SAT-W Technology: Condensação a Água.
2- Valores referentes à linha SAT-Ar Technology: Condensação a Ar.

Nota: Capacidades aproximadas em temperatura de água saindo a 10°C retornando a 14°C, ar ambiente 27°C e água de torre 30°C.
Opções: 1) Ambiente não excedendo 42°C | 2) Água de torre a 25°C.

UNIDADES RESFRIADORAS
CONDENSAÇÃO A ÁGUA
Água Torre não acima de 30°C

Modelo	Capacidade Nominal Kcal/h	Compres. Pot. CV	Quant.	Bomba Pot. CV	Quant.	Dimensões Alt.	Larg.	mm Prof.	Res. Água	Resp. P/Trans.
TCA 45	45.000	1,5	1	2,0x3,0	2	1730	1550	1000	650	570
TCA 45	45.000	7,5	2	2,0x3,0	2	1730	1550	1000	650	600

UNIDADES RESFRIADORAS DE ÁGUA
As unidades resfriadoras de água T.C. São modernas e eficientes, com temperatura da água regulável e constante entre 0° e 10°C.

Equipamento: INJ005

Injetora Haitian 1400

Água quente

Termorregulador

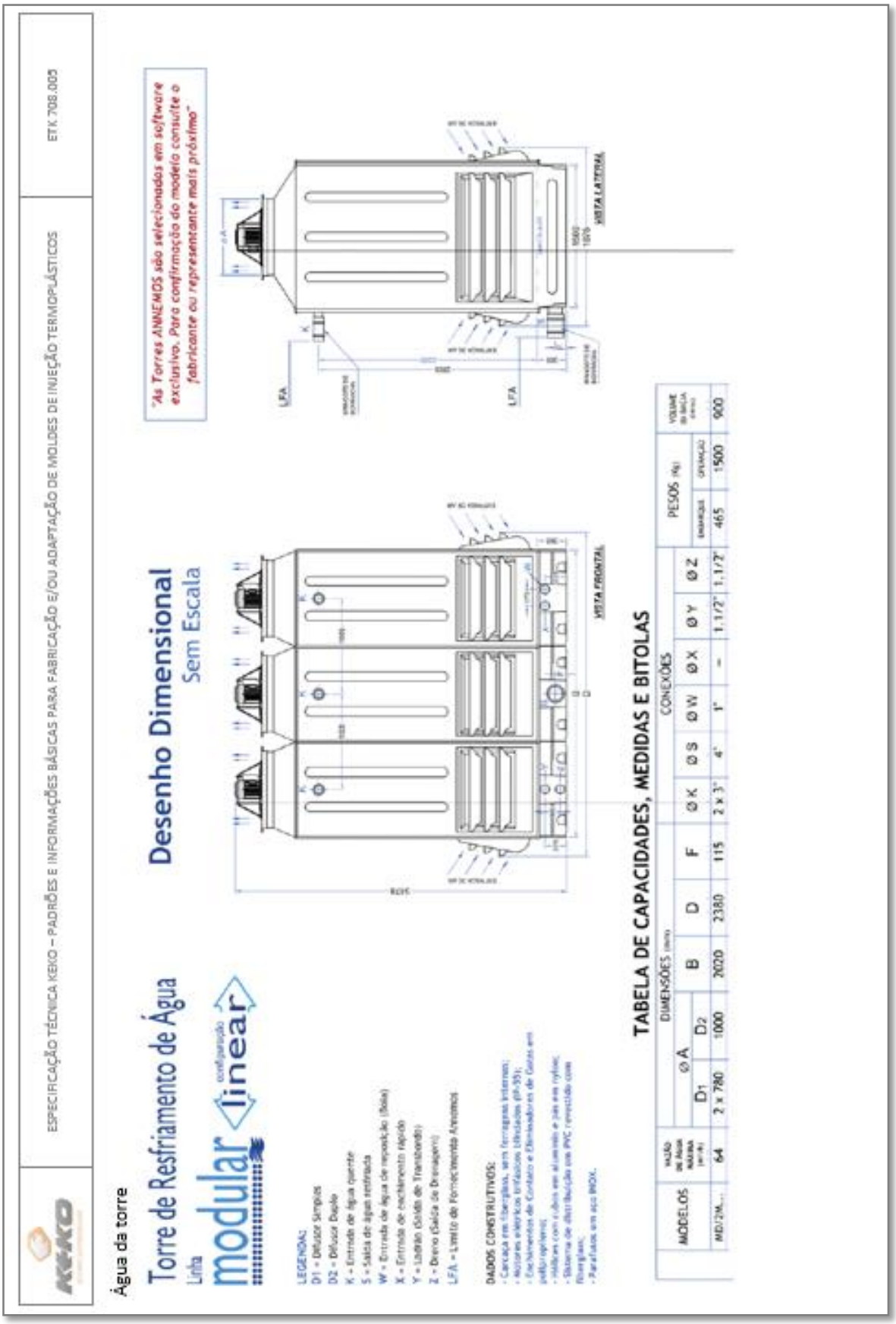
Modelo	Potência de aquecimento	Potência em Regime	Bomba de processo			Resfriamento		Diâmetro de tubulação	Dimensões (mm)			Peso
	kW	kW	cv	m³/h	mca	L/min	mca	conexão	alt.	larg.	prof.	Kg
TMTI 009	9	10	1,5	2,0	28	2,0	30	1"	1.387	780	1.295	410
TMTI 018	18	20	1,5	5,5	30	2,0	30	1"	2.041	970	1.835	730

Nota: Tabela refere-se à linha padrão para operar a 90°C. Para outras condições consulte-nos.
Nota: Os termorreguladores com sistema de mistura operam em faixas de temperatura de 15°C a 140°C com ΔT de 2°C entre a fonte fria e a água do fornecedor.

O aparelho TMTI foi projetado para controlar a temperatura de processos industriais que utilizem água ou óleo como fluído. Para água, existem opções de temperatura de **20°C até 140°C** e de **15°C até 90°C**

Equipamento: INJ005 / INJ002 / INJ001

Injetoras Haitian 1400, Haitian 380 e Sandretto 170



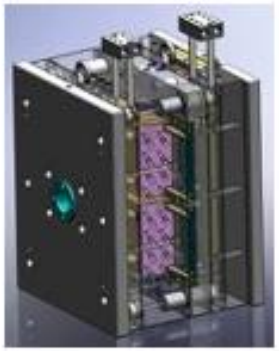
Fonte: Keko Acessórios (2020)

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

POSICIONAMENTO DO MOLDE

Vertical

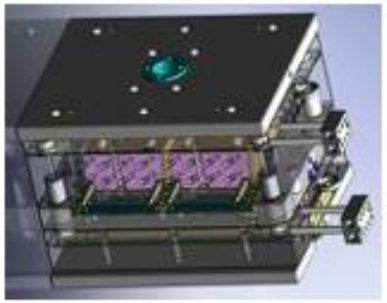


Sadretto 170: 460 x 460mm

Haitain 380: 730 x 730mm

Haitian 1400: Altura x 1000mm

Horizontal



Sadretto 170: 460 x 460mm

Haitain 380: 730 x 730mm

Haitian 1400: 1000mm x Largura

DIMENSÕES DO MOLDE – Máximas

Haitian 1400:

Entre colunas vertical – 1330mm

Entre colunas horizontal – 1450mm

Peso: 16.000 kg

Espessura MÍN x MÁX: 700 x 1400mm

Haitian 380:

Entre colunas vertical – 730mm

Entre colunas horizontal – 730mm

Peso: 2.900 kg

Espessura MÍN x MÁX: 280 x 730mm

PESO DO MOLDE - Máximos

Sandretto 170:

Entre colunas vertical – 460mm

Entre colunas horizontal – 460mm

Peso: 800kg

Espessura MÍN x MÁX: 150 x 500mm

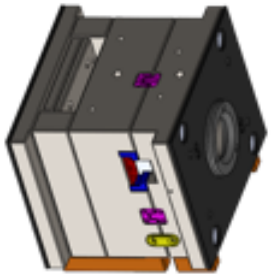
Obs: Para medidas especiais devem ser estudados os pontos de fixação do molde em cada placa da injetora. As medidas acima são as máximas admissíveis nos critérios de segurança do equipamento.

ALERTA: Moldes com cilindros extratores devem ser avaliados individualmente levando em consideração não poder ultrapassar as medidas acima, nem influenciar nas barreiras de segurança dos equipamentos.

Fonte: Keko Acessórios (2020)

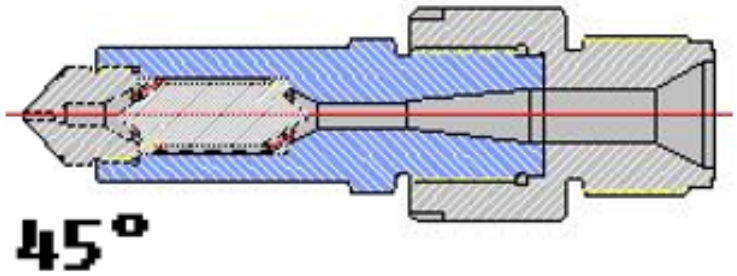
KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

PÉS DE APOIO



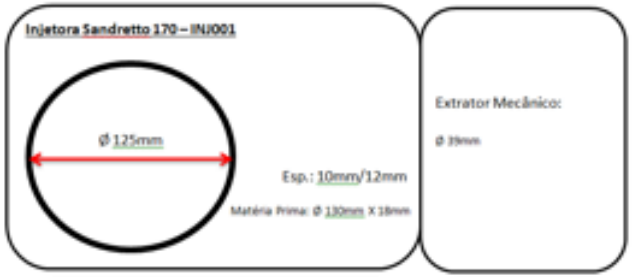
Molde deve possuir pés de apoio para facilitar a movimentação e armazenamento do mesmo. Não deve-se utilizar a parte inferior do molde para instalação de tomadas e conexões por questões de segurança do operador ao instalar. Utilizar pés retangulares conforme imagem.

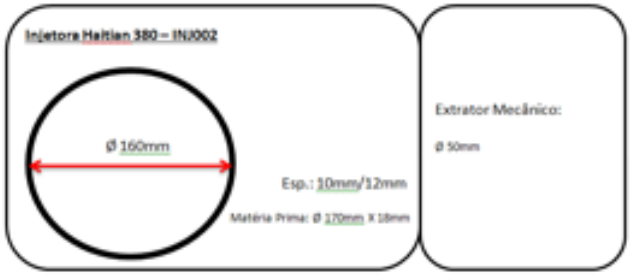
BICO DE INJEÇÃO

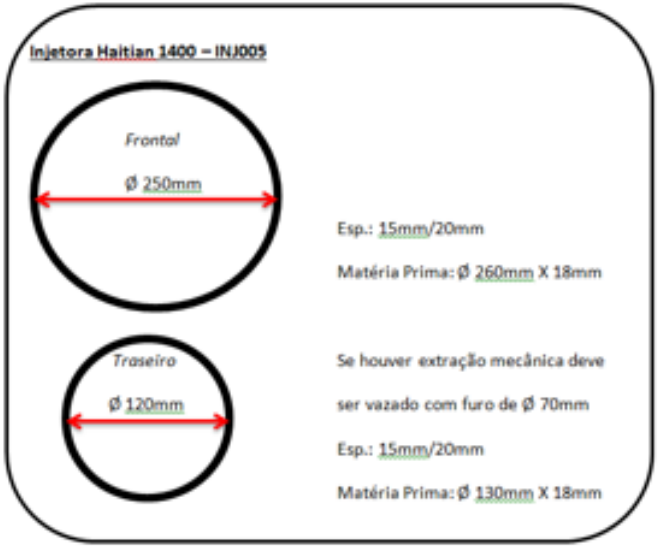


ANÉIS DE CENTRAGEM

Na Injetora Haitian 1400 é obrigatório o uso do anel de centro traseiro como item de segurança.







Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

SEGURANÇA

USO OBRIGATÓRIO EM TODOS OS MOLDES

GRAMPOS PARA FIXAÇÃO

Grampo deve atender o peso do molde e sua posição deve ser de fácil acesso.

ANEL OLHAL

Anel olhal deve atender o peso do molde, sua posição deve ser de fácil acesso e garantir o equilíbrio na movimentação do molde.

CONEXÕES PNEUMÁTICAS

As conexões pneumáticas podem conter as seguintes dimensões:

Rosca: ¼", 3/8" ou ½"

Mangueiras: M8, M10 ou M12

Modelo com engate rápido

VOLTAGEM

Os acionamentos das Injetoras são disponibilizados com 24VDC.

IDENTIFICAÇÃO DOS MOLDES

Importante: TODOS moldes devem conter as placas de identificação relacionadas a...

Esquema de refrigeração

Esquema elétrico para câmara quente e segurança

Esquema hidráulico

Dados do molde (pesos e medidas)

Identificação da peça

Identificação do fornecedor

Patrimônio da Keko

Pintura: todos os moldes pertencentes a Keko devem ser pintados na cor **CINZA PETROBRÁS**. Padrão encontrado na **Valentini Tintas**.

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

CONEXÕES HIDRÁULICAS PARA EXTRAÇÃO

Linha Industrial

Engate Rápido Macho e Fêmea

Série ISO B

Informações de Uso

Principais aplicações: utilizado em circuitos hidráulicos onde se faz necessária a freqüente interrupção na rede, seja por manutenção ou troca de ferramentais

Principal fluido de passagem: óleo hidráulico

Conexão: retração da luva

Desconexão: retração da luva

Conexão sob pressão: não permitida

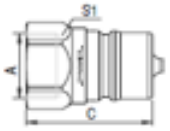
Desconexão sob pressão: não permitida

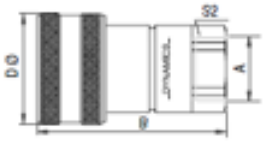
Intercambialidade: segundo norma ISO 7241-1 Série B

Informações Técnicas

Tamanho	Vazão Nominal (l/min)	Pressão Máxima de Trabalho (bar)	Pressão Mínima de Ruptura			Perda de Óleo ao Desconectar a 1 bar (cm³)
			Fêmea (bar)	Macho (bar)	Conectado (bar)	
08 (1/2")	79	280	1.120	1.350	1.500	2,00

Engate com Rosca Interna





Macho

Tamanho	Código	A Rosca Interna	C (mín)	S1 (mín)
08	115.174039.Y	1/2" NPT	44	27

Fêmea

Tamanho	Código	A Rosca Interna	F Rosca Externa	B (mín)	D Ø (mín)	S2 (mín)
08	117.174022.Y	1/2" NPT	-	71,5	44,2	30

Equipamentos: INJ005 / INJ002 / INJ001

Injetoras Haitian 1400 / Haitian 380 / Sadretto 170

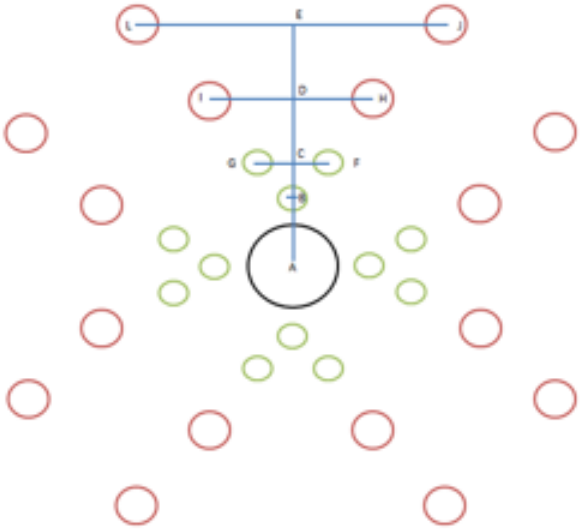
No equipamento contém 1 par de engates, sendo 1 macho e 1 fêmea. Caso seja necessário mais que 1 conexão é necessário realizar uma ponte subdividida para atender a velocidade necessária.

Conexões Padrão Dynamics. Outras marcas devem ser submetidas a teste de compatibilidade.

Fonte: Keko Acessórios (2020)

KEKO	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

MEDIDAS PARA EXTRAÇÃO MECÂNICA



Injetora Haitan 1400 – INJ005

Do centro do furo até o centro das linhas imaginárias

De A até B: 100 mm

De A até C: 200 mm

De A até D: 350 mm

De A até E: 500 mm

Entre centros dos furos da mesma linha

De F até G: 100 mm

De H até I: 150 mm

De J até L: 250 mm

Obs: para os quatro lados às medidas são iguais

Ø central: 120 mm

Ø furo menor: 40 mm

Ø furo maior: 58 mm

Obs: Por definições de melhores tempos de setup nos equipamentos sugere-se que seja utilizada a seguinte ordem de priorização na escolha do tipo de extração:

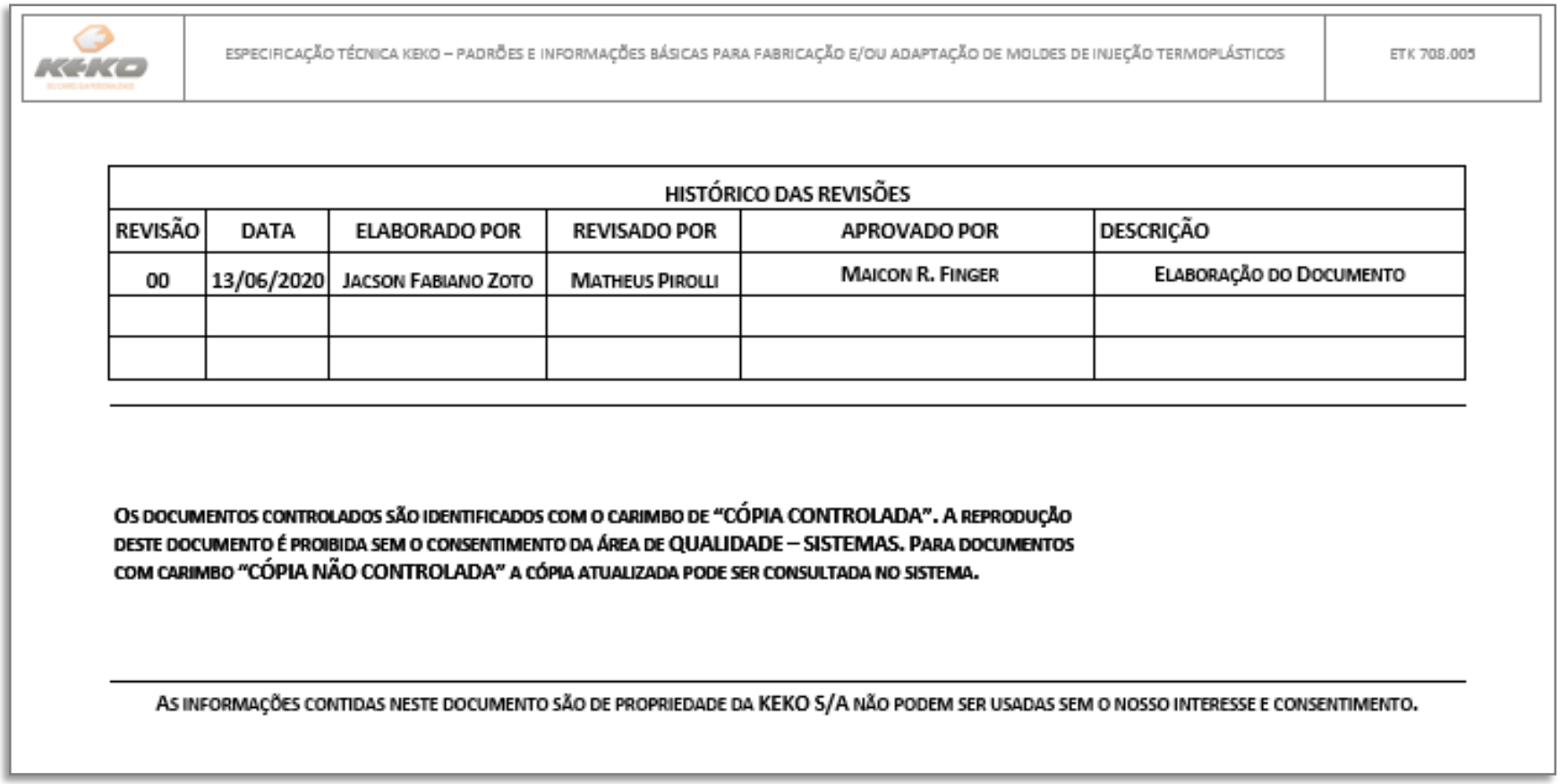
Sandretto 170: 1° Mecânica c/ retorno mola / 2° Hidráulica / 3° Mecânica c/ puxador

Haitian 380: 1° Mecânica c/ retorno mola / 2° Hidráulica / 3° Mecânica c/ puxador

Haitian 1400: 1° Hidráulica / 2° Mecânica c/ retorno mola / 3° Mecânica c/ puxador

Em ambos os casos a extração mecânica c/ puxador deve ser a última opção por influenciar com acréscimo de tempo no setup.

Fonte: Keko Acessórios (2020)



	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA KEKO – PADRÕES E INFORMAÇÕES BÁSICAS PARA FABRICAÇÃO E/OU ADAPTAÇÃO DE MOLDES DE INJEÇÃO TERMOPLÁSTICOS	ETK 708.005

HISTÓRICO DAS REVISÕES					
REVISÃO	DATA	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROVADO POR	DESCRIÇÃO
00	13/06/2020	JACSON FABIANO ZOTO	MATHEUS PIROLLI	MAICON R. FINGER	ELABORAÇÃO DO DOCUMENTO

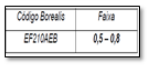
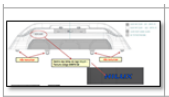
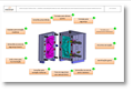
OS DOCUMENTOS CONTROLADOS SÃO IDENTIFICADOS COM O CARIMBO DE "CÓPIA CONTROLADA". A REPRODUÇÃO DESTE DOCUMENTO É PROIBIDA SEM O CONSENTIMENTO DA ÁREA DE QUALIDADE – SISTEMAS. PARA DOCUMENTOS COM CARIMBO "CÓPIA NÃO CONTROLADA" A CÓPIA ATUALIZADA PODE SER CONSULTADA NO SISTEMA.

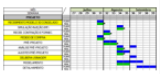
AS INFORMAÇÕES CONTIDAS NESTE DOCUMENTO SÃO DE PROPRIEDADE DA KEKO S/A NÃO PODEM SER USADAS SEM O NOSSO INTERESSE E CONSENTIMENTO.

ANEXO C – FICHA DE ACOMPANHAMENTO – DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO KEKO

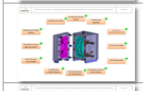
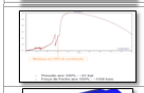
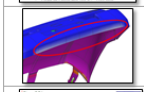
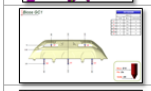
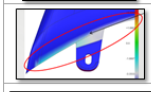
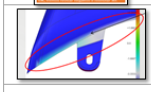
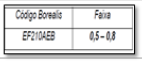
FICHA DE ACOMPANHAMENTO - DESENVOLVIMENTO DE MOLDES DE INJEÇÃO KEKO

Item	Descrição	Data	Evidencia	Status	Comentários	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
1	Reunião de abertura do projeto	11/06/2020	------	Aprovado	Participantes: Eng. Produto Eng. Processo Qualidade Manutenção Produção					
2	Finalizado e apresentado o Desenho 3D do Produto			Aprovado	3D aprovado pelo cliente					
3	Finalizado e apresentado o Protótipo do Produto		Não realizado		Protótipo não					
4	Proposta de aplicação do Produto			Aprovado	Conforme especificação do cliente					
5	Projeção de demanda de produção		2400 peças por mês	Aprovado	Capacidade fabril ok					
6	Apresentação dos Critérios de Aceitação do produto		Norma PIS XX.XX	Aprovado	Critérios similares as versões anteriores de protetor frontal					
7	Características do Polímero: possuir boa resistencia quimica e ao impacto em temperaturas de -30°C a 65°C			Aprovado	Polímero já utilizado nas versões anteriores de protetor frontal					
8	Textura no produto em região não pintada		Textura	Aprovado	Conforme definições em conjunto com o cliente					
9	Superfície polida em regiões com pintura		Polido	Aprovado	Conforme definições em conjunto com o cliente					
10	Definição de Máquina injetora			Aprovado	Injetora Haitian 1400 ton					

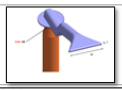
Item	Descrição	Data	Evidencia	Status	Comentários	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
12	Verificação de montabilidade do protótipo	23/06/2020		Aprovado	Foto real sem permissão para divulgação					
13	Definição do polímero e faixa de contração			Aprovado	Polímero PPT 20 Faixa de contração: 0,5 a 0,8 %					
14	Especificação de textura do produto			Aprovado	0,35 m² do produto Textura no logo D9973-10 Textura no produto D9976-10					
15	Especificação da região polida			Aprovado	Acabamento com polimento espelhado					
16	Características técnicas da máquina injetora			Aprovado	Conforme manual disponível à matrizaria					

Item	Descrição	Data	Evidencia	Status	Comentários	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
17	Cronograma do projeto	29/06/2020		Aprovado	Apresentado e validado					

Fonte: Keko Acessórios (2020)

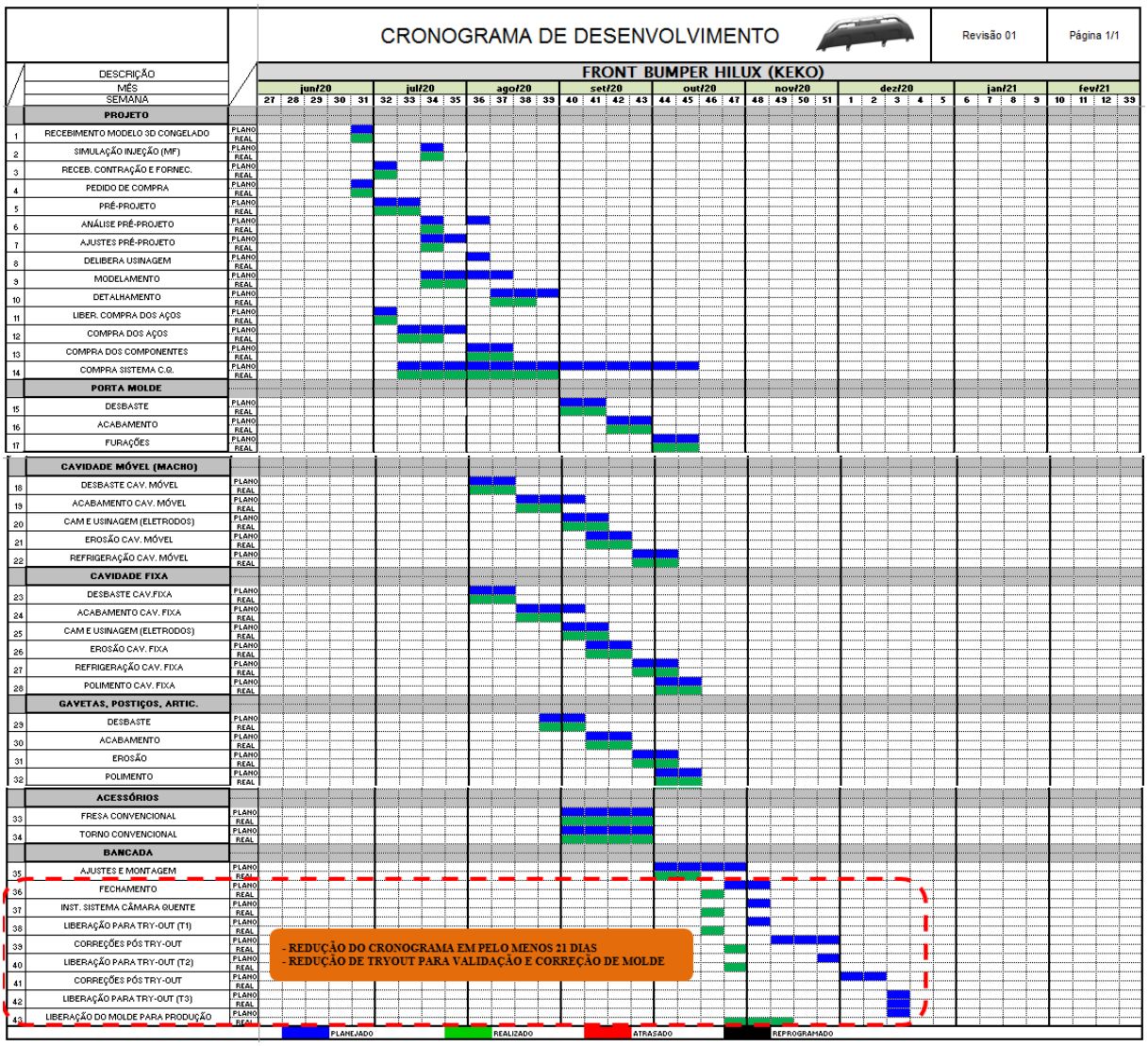
Item	Descrição	Data	Evidencia	Status	Comentários	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	Fase V
18	Dimensões do molde admissíveis para passagem entre colunas da máquina			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
19	Dimensões do molde compatíveis para fixação na máquina			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
20	A altura do molde está entre o mínimo e máximo admitido pela máquina			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
21	O curso de abertura da injetora é suficiente para extração do produto			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
22	O peso total injetado (peça e canais de injeção) está dentro da capacidade da máquina injetora			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
23	A injetora tem capacidade de fechamento suficiente para suportar o esforço de injeção			Aprovado	Conforme simulação de *Moldflow*					
24	A linha de fechamento no produto é visualmente aceitável			Aprovado	Linha de fechamento em local não visível					
25	A posição dos *gates* de injeção no produto são visualmente aceitáveis			Aprovado	*Gates* posicionados nas bordas do produto em regiões não visíveis					
26	A emenda fria, caso exista, não causará enfraquecimento do produto em local crítico			Aprovado	Local projetado para emendas não sofre esforço mecanico					
27	As seções grossas no produto não causarão rechupe			Aprovado	Verificado que o rechupe não será visível					
28	Linhas de fechamento do produto serão aceitas no local projetado			Aprovado	Linha de fechamento em local não visível					
29	Marcas de emenda fria ou fluxo caso exitam, poderão ser aceitas devido a aparencia do mesmo			Reprovado	Local das emendas frias é visível, necessário nova simulação de injeção alterando o sequenciamento de abertura dos *gates*					
30	O projeto do produto está isento de geometrias negativas que dificultem a sua extração	09/07/2020		Reprovado	Identificado que existem geometrias negativas que impedirão a adequada extração					
31	Na construção do molde foi considerado que este estará livre de quaisquer rebarbas			Aprovado	Locais de fechamento do molde estão adequados					
32	Os pinos e laminas dimensionados para formar o produto aguentarão a pressão do polimero injetado		Sem evidencia	Aprovado	Projeto sem pinos ou laminas					
33	Gavetas e mecanismos que sofrerão esforços laterais estão devidamente fixados com travas e não somente com parafusos e pinos		Sem evidencia	Aprovado	Projeto não possui gavetas					
34	Está considerada a eventual necessidade de desmontagem do molde para manutenção		Não disponível	Aprovado	Previsto manual para manutenções preventivas					
35	Efeitos da contração do material foram consideradas			Aprovado	Molde projetado com sobre metal para possiveis correções					
36	Existem extratores suficientes para extração do produto evitando quebra ou distorções		Não disponível	Aprovado	Extratores bem dimensionados e distribuidos					
37	Os extratores são suficientemente dimensionados		Não disponível	Aprovado	Extratores bem dimensionados e distribuidos					
38	O sistema de extração da máquina é compatível com sistema do molde			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
39	O sistema de extração do produto possui sistema de retorno			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					

Fonte: Keko Acessórios (2020)

40	O curso de avanço do sistema extrator é suficiente para extração total do produto		Não disponível	Aprovado	Curso de extração adequado					
41	O produto moldado permanecerá no lado da extração na abertura do molde		Não disponível	Aprovado	Sistema previsto para que mantenha a peça no lado da extração					
42	Os canais de alimentação estão dimensionados de acordo com a necessidade			Aprovado	Conforme simulação de *Moldflow*					
43	O molde está projetado com saídas de gás suficientes e em locais adequados			Aprovado	Conforme simulação de *Moldflow*					
44	Os canais de refrigeração foram bem dimensionados		Não disponível	Aprovado	Conforme simulação de *Moldflow*					
45	A localização dos canais de refrigeração é satisfatória para o sistema de ligação da máquina		Não disponível	Aprovado	Conforme simulação de *Moldflow*					
46	O anel de centragem e bucha de injeção possuem a geometria compatível com o bico injetor da máquina			Aprovado	Sistema segue a definição do Manual Keko					
Item	**Descrição**	**Data**	**Evidencia**	**Status**	**Comentários**	**Fase I**	**Fase II**	**Fase III**	**Fase IV**	**Fase V**
47	Validação final do projeto	21/07/2020	------	Aprovado	Projeto revisado, atendendo a todos os itens verificados na Fase IV					

Fonte: Keko Acessórios (2020)

ANEXO D – CRONOGRAMA MACRO DE PROJETO DE MOLDE



Fonte: Keko Acessórios (2020)