

N. CLASS.	M620.7
CUTTER	S4431
ANO/EDIÇÃO	2015

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS
ENGENHARIA MECÂNICA
GUILHERME HENRIQUE SEBASTIÃO

**IMPLATAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS
EM MÁQUINAS DE INJEÇÃO PLÁSTICA**

Varginha
2015

GUILHERME HENRIQUE SEBASTIÃO

**IMPLATAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS
EM MÁQUINAS DE INJEÇÃO PLÁSTICA**

Projeto de Pesquisa apresentado ao curso de Engenharia
Mecânica do centro Universitário do Sul de Minas Gerais
- UNIS como pré-requisito para obtenção de grau de
bacharel, sob orientação do Prof. Matheus Henrique
Pereira.

Varginha

2015

GUILHERME HENRIQUE SEBASTIÃO

**IMPLATAÇÃO DA METODOLOGIA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS
EM MÁQUINAS DE INJEÇÃO PLÁSTICA**

Monografia apresentada ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas Gerais – UNIS, como pré-requisito para obtenção de grau de bacharel, pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em / /

Prof.

Prof.

Prof.



DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos que de alguma
forma contribuíram para sua realização

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar ao meu lado em todos os momentos, a minha família, pela força e incentivo no decorrer deste curso e em tudo na minha vida, a minha namorada, que tanto me ajudou no desenvolvimento deste trabalho, aos professores e colegas que me acompanharam nesta caminhada.

‘A persistência é o menor caminho para o êxito.’

Charles Chaplin

RESUMO

O presente trabalho trata-se da análise de implementação de uma metodologia, chamada TRF (Troca Rápida de Ferramentas), também conhecido como SMED (Single Minute Exchange of Die), a qual visa a redução dos tempos de setup. Esta metodologia será aplicada para troca de moldes em máquinas de injeção plástica de uma empresa A, fabricante de eletrodomésticos. Setup é o conjunto de operações realizadas para a troca de uma ferramenta. Altos tempos de setup são considerados desperdícios, que aumentam o custo final do produto. Visando o aumento da margem de lucro da empresa A, foi criado um grupo de trabalho, cuja a missão era a redução dos tempos de setup. Para realização desta tarefa, o corpo gerencial da empresa, estipulou uma meta de redução de 50% do tempo inicial para troca do molde X. Com base na meta supracitada, iniciou-se a implementação da metodologia descrita por Shingo (2000), em sua obra Sistema de Troca Rápida de Ferramentas, onde através de quatro etapas pode-se reduzir o tempo de setup para menos de dez minutos.

Palavra chave: TRF. SMED. Setup. Máquinas de Injeção Plástica. Moldes.

ABSTRACT

This work is about the implementation of an analytical methodology, called SMED (Single Minute Exchange of Die), which aims to reduce setup times. This methodology will be applied to exchange molds for plastic injection machines from a company A, appliance maker. Setup is the set of operations carried out for exchanging a tool. High setup times are considered as waste, which increases the final cost of the product. Aimed at increasing the company A's profit margin, a working group was created, whose mission was to reduce setup times. To carry out this task, the management team of the company, stipulated a 50% reduction from the initial time to exchange the mold X. Based on the goal mentioned above, the implementation of the method described by Shingo (in 2000), in his work system of quick change tool, had begun, which through four steps can reduce setup time to less than ten minutes

Key words: SMED. Setup. Plastic Injection Machines. Mold.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Unidade de injeção.....	13
Figura 02 – Unidade de fechamento.....	13
Figura 03 – Máquina Injetora.....	14
Figura 04 – Molde.....	15
Figura 05 – Partes de um molde.....	16
Figura 06 – Divisão de sistemas de extração.....	17
Figura 07 – Sistema de extração.....	18
Figura 08 – Sistema de refrigeração.....	19
Figura 09 – Sistema de produção tradicional x nivelado.....	23
Figura 10 – Metodologia de TRF.....	29
Figura 11 – Suporte de Mangueiras Antes e Depois.....	38
Figura 12 – Suporte para Itens de Extração.....	39
Figura 13 – Quadro de Ferramentas.....	40
Figura 14 – Anel de Centragem Antes e Depois.....	41
Figura 15 – Sistema de Refrigeração Antes e Depois.....	42
Figura 16 – Parafusamento das Garras Antes e Depois.....	43

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA	12
2.1 Máquina Injetora	12
2.2 Moldes de Injeção Plástica	15
2.2.1 Sistemas de Extração	17
2.2.1.1 Sistema de Extração de Placas Impulsoras por Pinos	17
2.2 Sistema de Refrigeração	18
2.3 Ciclo de Uma Máquina Injetora	19
3 SETUP	21
3.1 Setup de Moldes de Injeção Plástica	22
4 NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO (HEIJUNKA)	23
5 METODOLOGIA 5S	25
6 KAIZEN	27
7 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) / (SMED)	28
7.1 Estágio Preliminar – Condições de <i>Setup</i> Interno e Externo não se Distinguem	29
7.2 Primeiro Estágio – Separando <i>Setup</i> Interno e Externo	30
7.3 Segundo Estágio – Converter <i>Setup</i> Interno em Externo	30
7.4 Terceiro Estágio – Melhoria Sistemática de Cada Operação Básica do <i>Setup</i>	31
8 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO	33
8.1 Descrição da Situação Anterior à Implementação da TRF	33
8.2 Aplicação do Estágio Preliminar – As Condições de <i>Setup</i> Interno e Externo Não se Distinguem	33
8.3 Aplicação do Primeiro Estágio – Separando <i>Setup</i> Interno e Externo.....	35
8.4 Aplicação do Segundo Estágio – Converter <i>Setup</i> Interno em Externo.....	36
8.5 Aplicação do Terceiro Estágio – Melhoria Sistemática de Cada Operação Básica do <i>Setup</i> Interno e Externo	36
8.5.1 Melhorias de <i>Setup</i> Externo.....	38
8.5.1.1 Padronização do Suporte de Mangueiras	38
8.5.1.2 Realocação dos Itens do Sistema de Extração.....	39
8.5.1.3 Implementação de Quadros de Ferramentas.....	39
8.5.2 Melhorias de <i>Setup</i> Interno.....	40
8.5.2.1 Otimização de Ajustes do Robô	40
8.5.2.2 Melhorias no Anel de Centragem de Molde.....	41
8.5.2.3 Instalação de um Manifold para o Sistema de Refrigeração do Molde.....	41
8.5.2.4 Implementação de uma Parafusadeira Pneumática	42
9 RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
10 CONCLUSÃO	46
REFERÊNCIAS	47
APÊNDICE A	49
APÊNDICE B	58
APÊNDICE C	59

1 INTRODUÇÃO

Com base na alta competitividade mercadológica do cenário atual, as empresas buscam métodos diversificados, para reduzir ou eliminar os desperdícios encontrados durante os processos de manufatura. A fim de ampliar as margem de lucro das empresas e torna-las mais competitivas, surge a necessidade da redução dos tempos de *setups* de máquinas e equipamentos em geral.

O trabalho em questão propõe uma observação crítica e minuciosa a respeito de *setups* em máquinas de injeção plástica horizontais, a fim de implementar melhorias que otimizem o tempo de troca das ferramentas, identificando e eliminando os desperdícios encontrados.

Os *setups* em máquinas de injeção plástica baseiam-se superficialmente na retirada de um molde dando lugar a outro. Estes passam por regulagens mecânicas, parâmetros de máquinas e parâmetros de robô. O tempo de um *setup* compreende-se entre a última peça aprovada do molde, o qual está saindo de máquina, até a primeira peça aprovada do molde que está entrando na máquina.

A redução dos tempos de *setups* possui impactos que vão além da economia com a mão de obra de ajustadores e operadores. Esta redução impacta na flexibilização da produção de uma determinada empresa. Esta flexibilização permite que o processo produtivo fabrique peças em lotes reduzidos, a fim de atender com maior velocidade a demanda requisitada pelo cliente e também impactando na redução de estoques encontrados ao longo do processo.

“A redução dos tempos de preparação (*setup*) possibilita a produção econômica em pequenos lotes. Sendo assim, torna-se possível que as fábricas respondam mais rapidamente as variações da demanda de mercado.” (SHINGO, 2000, p. 5)

No decorrer do projeto será apresentada a otimização do tempo de troca de um determinado molde de uma empresa X. Esta impôs uma meta de redução inicial de no mínimo 50% de seu tempo de troca. Para alcançar esta meta foi utilizada a metodologia da Troca Rápida de Ferramentas (TRF) também conhecida como SMED, que de acordo com Shingo (2005), proporciona uma redução do tempo de *setup* de 80% a 95%. Ao longo do trabalho serão exibidas as técnicas e metodologias utilizadas para implementação da TRF.

2 PROCESSO DE INJEÇÃO PLÁSTICA

A injeção plástica é um processo de manufatura, cuja a função é a modelagem de peças com um determinado formato, fazendo o uso de polímeros como matéria prima principal.

O processo de moldagem de plásticos por injeção teve sua patente registrada no ano de 1872 pelos irmãos Hyatt. No início o processo utilizava-se de resinas termofixas, (resinas que depois de processadas não retornam ao estado plastificado) porém, com a descoberta das resinas termoplásticas (resinas que após serem processadas retornam ao estado plastificado, quando recebem temperatura e pressão), estas passaram a ser utilizadas para modelagem por injeção, sofrendo grandes mudanças com o passar dos anos, principalmente com relação a maquinas e acessórios. (ABREU, 2012)

O processo de moldagem por injeção plástica baseia-se na introdução de um material polimérico em um cilindro aquecido de uma máquina injetora. No interior deste, o material é misturado e tem sua temperatura elevada, a fim de que atinja um estado pastoso e homogêneo. Após esta etapa este material é empurrado (injetado), sob pressão, no interior da cavidade de um molde, onde irá se resfriar e solidificar adquirindo o formato desta cavidade.

A moldagem por injeção é a técnica principal para a transformação de produtos plásticos de diversos formatos, com variadas vantagens, especialmente para produção de peças em séries em grande quantidade, com geometria complexa, elevada reprodutibilidade de detalhes e alta tolerância (HARADA, 2012).

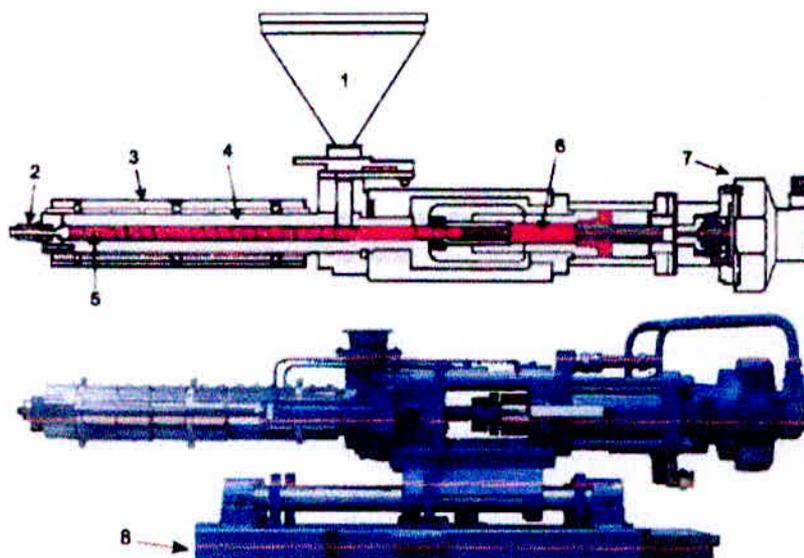
2.1 Máquina Injetora

Uma máquina injetora pode ser definida como uma máquina que conforma peças de maneira intermitente, fazendo o uso de materiais plásticos. A conformação é realizada aplicando pressão em uma massa fundida, a qual está no interior da cavidade de um molde, e após o resfriamento, a massa se solidifica e adquire a forma da cavidade. (HARADA, 2012)

As máquinas injetoras são constituídas de duas principais partes, conhecidas como, unidade de injeção e unidade de fechamento. Cada uma destas partes realiza operações específicas, as quais são programadas ou operadas através de um painel de comando.

A unidade de injeção (Figura 1) prepara o polímero (fundi e dosa), injeta na velocidade programada no interior do molde e em seguida aplica uma pressão, a fim de compensar a contração natural do polímero após o resfriamento.

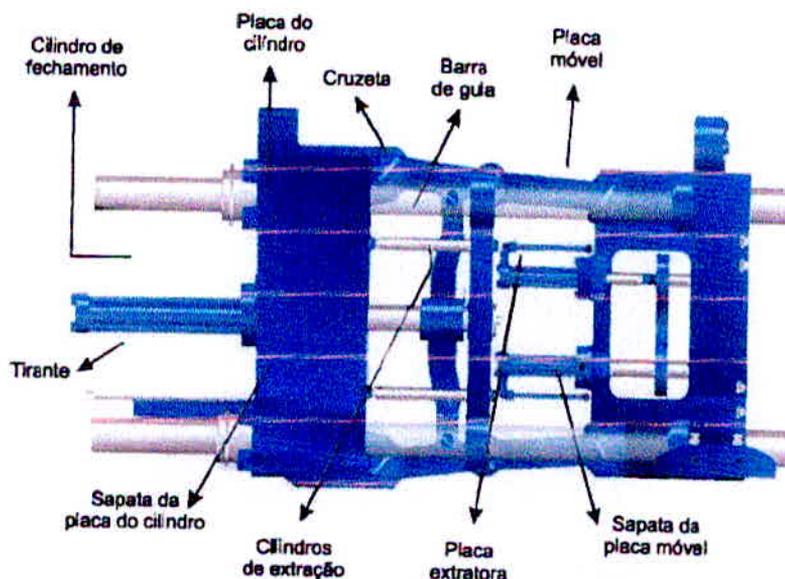
Figura 1: Unidade de injeção



Fonte: (HARADA, 2004, p.93)

A unidade de fechamento (Figura 2) possui a função de comportar o molde o qual irá modelar a peça, realizar o movimento de abertura e fechamento do mesmo, trava-lo fechado, a fim de suportar a pressão imposta no momento da injeção, e realizar a extração da peça final. Todos os parâmetros (tempos, pressões e velocidades) referentes às operações supracitadas são programados no painel de comando da máquina injetora.

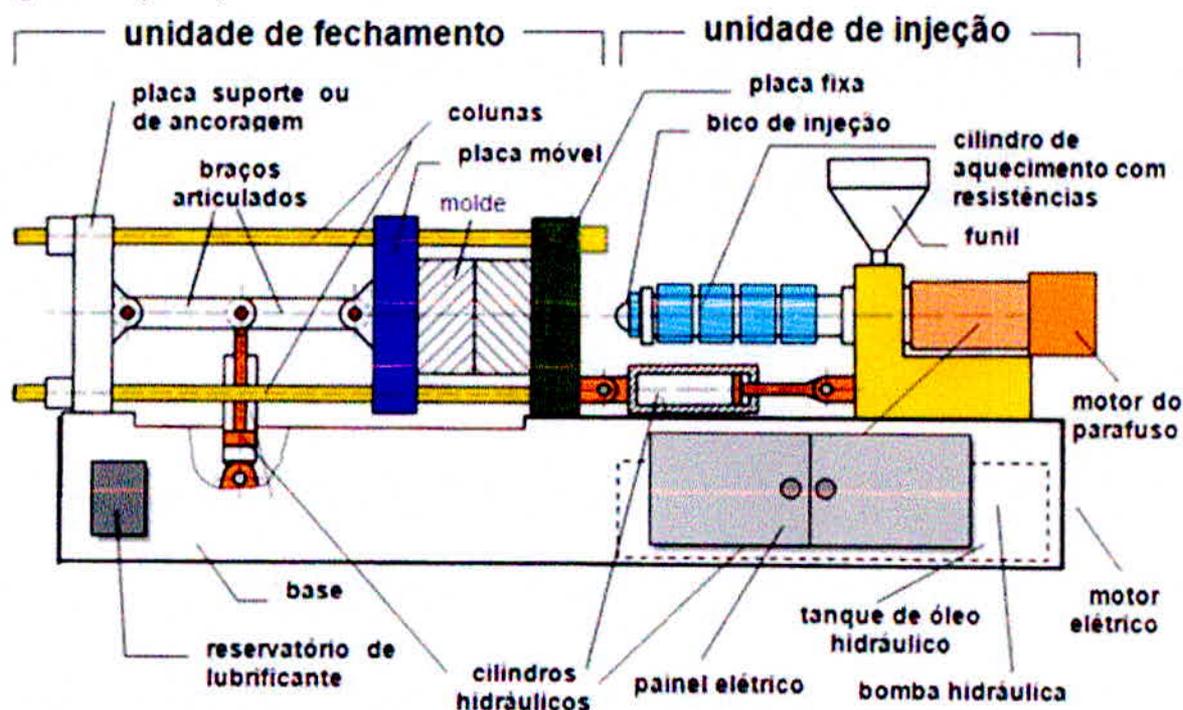
Figura 2: Unidade de fechamento



Fonte: (HARADA, 2004, p.94)

A figura 3 exibe o esquema de uma máquina injetora, mostrando a localização das unidades de fechamento, unidade injeção e as principais partes das mesmas.

Figura 3: Máquina Injetora



Fonte: (CEFET, 2004, p.4)

Dentre as partes de uma máquina injetora destacam-se:

- a) Placa móvel: Possui a função de sustentar, com auxílio de garras ou energia magnética, uma das metades do molde.
- b) Placa móvel: Possui a função de sustentar, com auxílio de garras ou energia magnética, a outra das metades do molde.
- c) Colunas: Possuem a função de sustentar e guiar a movimentação da placa móvel da máquina injetora.
- d) Braços articulados: Possuem a função de movimentar e travar a placa móvel da máquina injetora.
- e) Cilindro de aquecimento: Juntamente com as resistências, possui a função de fundir o polímero e abrigar a rosca plastificadora.
- f) Rosca plastificadora: Possui a função de plastificar, homogeneizar e injetar o material no molde sobre pressão.
- g) Bico de injeção: Tem a função de transportar o material fundido do cilindro para o interior do molde.

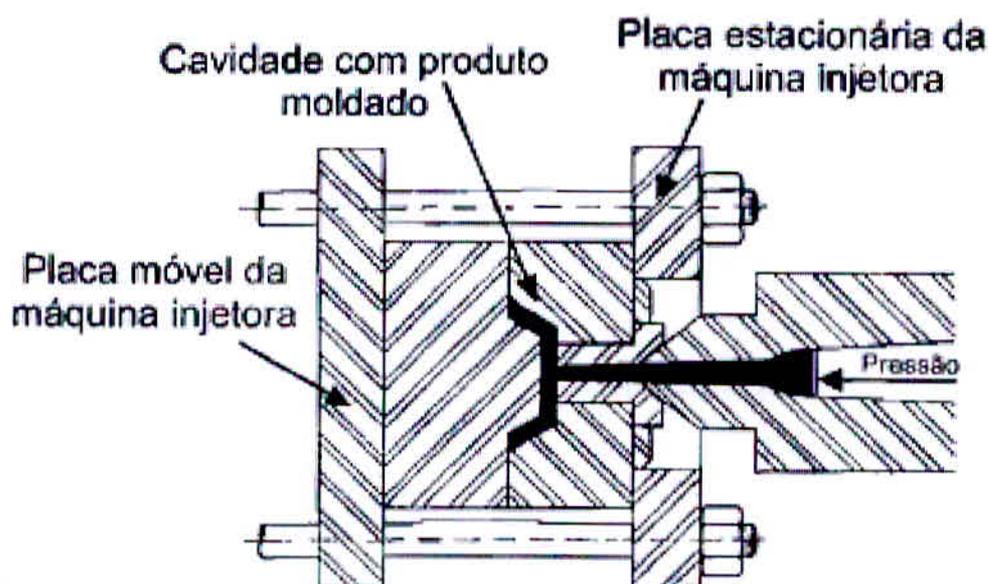
- h) Motor elétrico: Possui a função de acionar as bombas hidráulicas.
- i) Motor da rosca: Possui a função de girar a rosca plastificadora.
- j) Cilindros Hidráulicos: Possuem a função de movimentar as placas, unidade de injeção, sistema de extração, rosca plastificadora entre outros componentes.

2.2 Moldes de Injeção Plástica

Os moldes de injeção plástica são ferramentas de grande importância dentro do processo de modelagem por injeção, estes são componentes muito complexos e caros. Se uma destas ferramentas não for devidamente projetada, ajustada, manuseada e conservada suas devidas operações e seu funcionamento será ineficiente e oneroso. (ROSATO, 2000).

O molde de injeção é uma unidade completa que está apta a produzir peças plásticas. O molde possui cavidades as quais apresentam suas formas e dimensões projetadas para que a peça seja extraída conforme o projeto concebido em papel. Esta ferramenta é instalada entre a placa móvel e a fixa da máquina injetora. Ciclo após ciclo, o material plástico é introduzido no interior do molde, o qual toma forma das cavidades gerando as peças.

Figura 4 – Molde.



Fonte: (HARADA, 2004, p.93)

Estas ferramentas são, na maioria das vezes, fabricadas em ligas de aço, as quais devem suportar altas temperaturas e os esforços impostos à elas. As cavidades do molde são geralmente

fabricadas em aços especiais, que recebem tratamentos para otimização do acabamento superficial e de sua resistência mecânica. As cavidades do molde estão dispostas ao contato direto com o material plástico e serão elas que irão imprimir o acabamento final da peça, logo, necessitam de uma atenção especial no momento da fabricação e ao longo da vida útil da ferramenta.

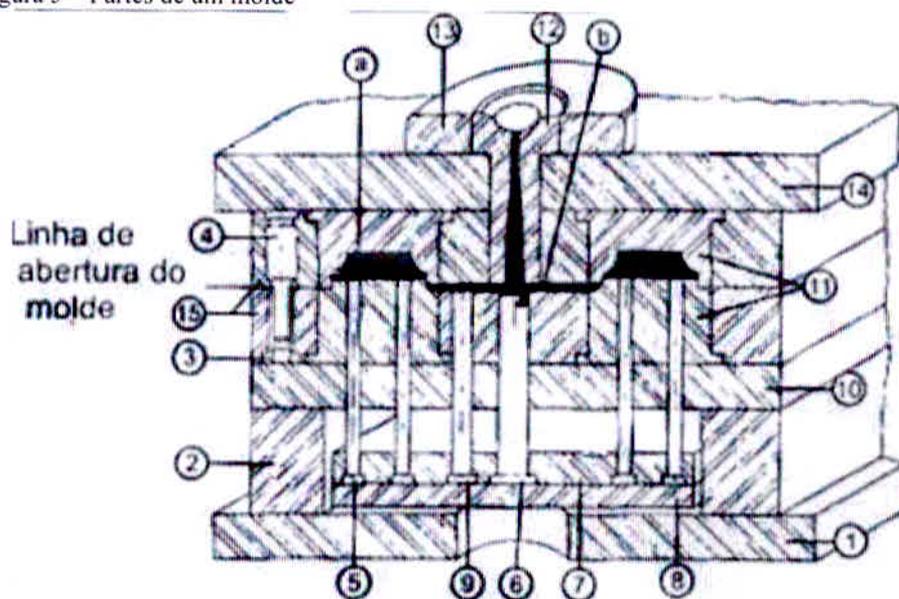
As principais funções de um molde de injeção plástica são: a distribuição e disposição do polímero fundido, moldagem do polímero de acordo com as dimensões do produto, resfriamento, solidificação do material no interior das cavidades e a extração do produto.

De acordo com Gastrow (2006), estas funções são realizadas através dos seguintes sistemas:

- a) Sistema de alimentação (Canal de injeção e de distribuição);
- b) Cavidade(s), macho(s) e ventilação (saída de gases);
- c) Sistema de troca de calor;
- d) Sistema de guias e centralização;
- e) Sistema de extração;
- f) Montagem na placa da máquina;
- g) Acomodação de forças;
- h) Transmissão de movimentos;

Pode-se observar na figura 5 um molde de injeção plástica e seus componentes.

Figura 5 – Partes de um molde



Fonte: (HARADA, 2004, p. 100)

Legenda: 01 – placa de fixação inferior, 02 – coluna ou espaçador, 03 – bucha-guia, 04 – coluna-guia, 05 – pino extrator, 06 – Extrator de canal, 07 – placa porta extratores, 08 – placa impulsora, 09 – pino de retorno, 10 – placa-

suporte, 11 – posições, 12 – bucha de injeção, 13 – anel de centragem, 14 – placa de fixação superior, 15 – placa de montagem de posições inferior e superior, a – cavidade, b – canal de distribuição.

Abaixo serão abordados alguns dos componentes de moldes de injeção plástica, os quais impactam com maior severidade no momento dos *setups*, agregando um maior tempo à operação.

2.2.1 Sistema de Extração

O sistema de extração possui a função de destacar ou retirar a peça já formada no interior do molde. Para que esta operação ocorra sem comprometer a integridade física da peça, esta deve estar resfriada a uma temperatura ideal para a extração.

O sistema de extração é projetado com base na complexidade da geometria da peça. Peças simples, possuem técnicas simples de extração, enquanto peças com geometrias detalhadas necessitam de sistemas mais complexos para extração da mesmas.

Logo o sistema de extração subdivide-se em:

Figura 6 – Divisão de sistemas de extração

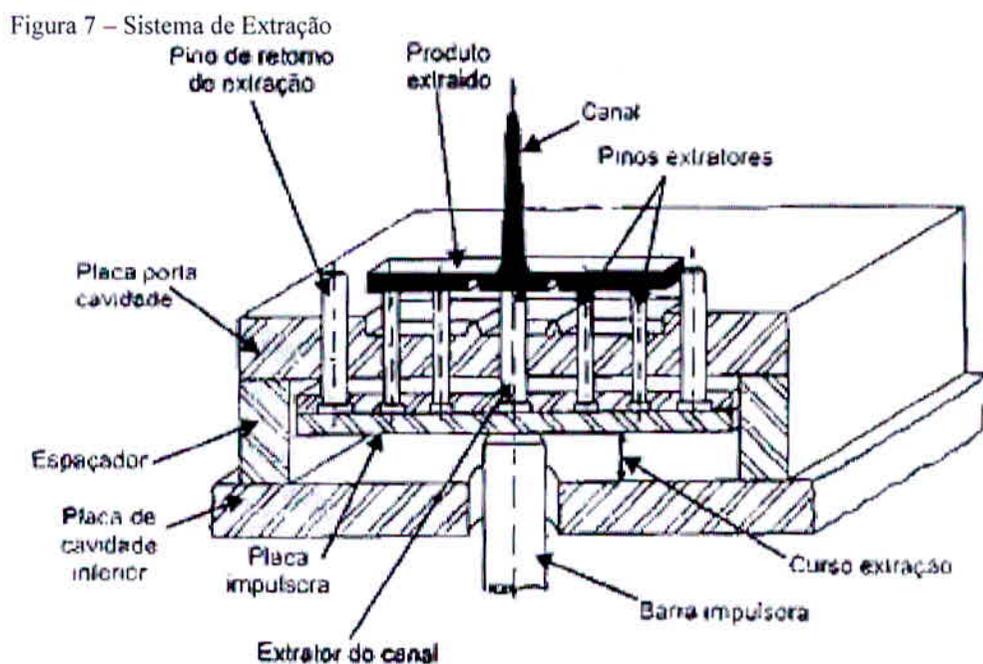


Fonte: (HARADA, 2004, p. 172)

Abaixo será abordado, com mais detalhes, o sistema de extração de placa impulsora por pinos, o qual é utilizado pelo molde, que serviu-se como base a este trabalho.

2.2.1.1 Sistema de Extração de Placas Impulsoras por Pinos

O sistema de extração de placas impulsoras por pinos ocorre através de um componente chamado de “placa impulsora”. Estas placas estão acopladas à máquina injetora através de barras impulsoras também conhecidas como varões de extração. Estas barras transmitem o movimento mecânico da máquina injetora para placa impulsora, a qual está conectada aos pinos extratores, estes por sua vez possuem a função de movimentar e destacar a peça solidificada.



Fonte: (HARADA, 2004, p. 174)

O ajuste da barra impulsora, no momento do *setup*, é uma atividade que possui uma precisão milimétrica e necessita ser ajustada com atenção, a fim de não comprometer a integridade física do ferramental e da máquina injetora. Logo, se o ajuste não for realizado conforme procedimentos adequados, o tempo de *setup* pode elevar-se em até 50%.

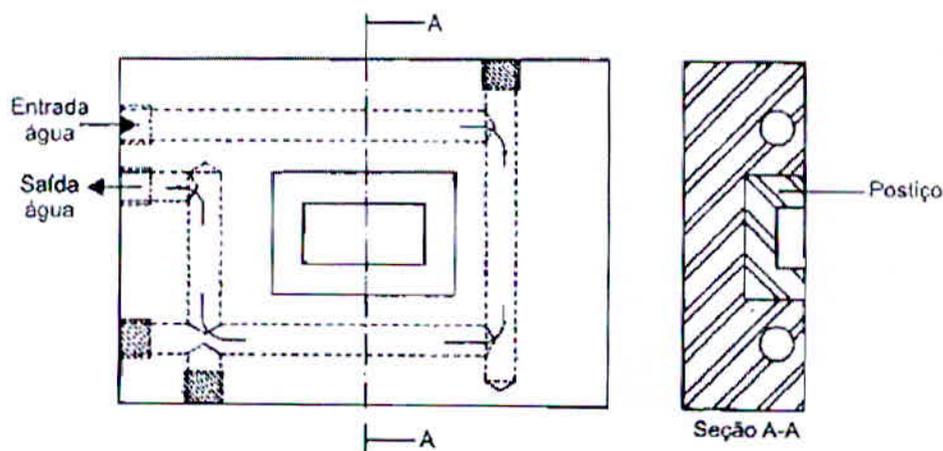
2.2 Sistema de Refrigeração

O sistema de refrigeração é necessário para a redução da temperatura da peça plástica no interior da cavidade. Portanto, a temperatura do molde deve ser mantida suficientemente baixa, para que a massa plástica injetada troque temperatura com a ferramenta e se solidifique.

De acordo com Harada (2004), “Os moldes de injeção são resfriados com água através de canais de refrigeração presentes nos mesmos. Estes canais podem ser furados diretamente no molde ou feitos com tubos de cobre.” Estes canais devem se encontrar, sempre que possível,

a uma distância de 25 mm da cavidade, afim de que a troca de calor da massa plástica com o molde aconteça de maneira benéfica ao processo e a peça em questão.

Figura 8 – Sistema de refrigeração



Fonte: (HARADA, 2004, p. 189)

O sistema de refrigeração é alimentado com água, que é cedida pelo sistema geral de água da empresa. Esta circula no interior dos canais de refrigeração e retorna ao sistema geral de água da empresa. A ligação entre o sistema geral de água e o molde é realizada através de mangueiras. Durante a realização de um *setup*, estas mangueiras são trocadas para entrada de um novo molde. Portanto quanto maior a quantidade mangueiras, maior será o tempo de *setup* de um determinado molde, sendo necessária a implementação de técnicas e melhorias para otimização desta operação.

2.3 Ciclo de Uma Máquina Injetora

O ciclo de injeção de uma máquina injetora é o tempo utilizado para a produção de uma peça. Este tempo compreende-se entre o momento que o molde vazio se fecha para receber o polímero fundido, passa por todos processos necessários para obtenção da peça e se abre novamente para a retirada da peça já solidificada.

De acordo com HARADA (2012) os ciclo de injeção plástica de uma máquina injetora pode ser dividida em 6 etapas que são:

1- Etapa de fechamento do molde – Após retirada a peça referente ao ciclo anterior, a parte móvel do molde se fecha e a unidade de injeção avança, para que o bico do canhão se encoste na entrada do molde. Nesta etapa são controlados os parâmetros de velocidade de fechamento

e força de fechamento do molde, também conhecido como força de travamento do molde. (HARADA, 2012)

2- Etapa de injeção – O material dosado em estado pastoso dentro do cilindro é inserido no interior da cavidade do molde. No momento em que o molde está completamente preenchido é aplicado uma pressão de injeção ou pressurização, afim de imprimir da melhor maneira possível todos os detalhes da cavidade sobre o moldado. Nesta etapa são controlados os parâmetros de velocidade de injeção, vazão, número de estágios de velocidade de injeção e pressão de injeção. (HARADA, 2012)

3- Etapa de compensação ou recalque – Após a pressurização do material na cavidade do molde, inicia-se a etapa de recalque. Nesta etapa, a rosca exerce pressão sobre a massa fundida no interior do molde. A função desta pressão é de compensar a contração da peça plástica no interior do molde, provocada pelo resfriamento da mesma. Esta etapa tem fundamental importância no processo de injeção plástica, pois garante que a peça se mantenha dentro das dimensões especificadas no projeto. Nesta etapa controla-se os parâmetros de pressão de recalque, perfil de pressão de recalque e o tempo de aplicação de pressão. (HARADA, 2012)

4- Etapa de dosagem – Após a etapa de recalque, o material é preparado novamente para o próximo ciclo de injeção. Esta operação ocorre na etapa de dosagem, onde o polímero, através da rotação da rosca plastificadora é retirado do silo e transportado para frente do canhão. A medida que o material fundido ocupa a região frontal do canhão, a rosca realiza um movimento de recuo, para ceder local ao polímero. Nesta etapa são controlados os parâmetros de rotação da rosca, pressão que o material dosado deve realizar para recuar a rosca e contrapressão. (HARADA, 2012)

5- Etapa de resfriamento – Normalmente esta etapa ocorre simultaneamente com a etapa de dosagem. Na etapa de resfriamento aguarda-se a massa fundida no interior da cavidade do molde solidificar-se. A solidificação só ocorre no momento em que o material fundido realizou a troca de calor suficiente com molde, afim de que a peça possa ser extraída, sem afetar os aspectos estéticos e geométricos da mesma. Nesta etapa é controlado o parâmetro de tempo de resfriamento. (HARADA, 2012)

6- Etapa de abertura/extração do moldado – Após concluída a etapa de resfriamento da peça, o molde é aberto e a máquina injetora aciona o sistema de extração do molde. Os extratores atuam no moldado de maneira a tira-lo da cavidade do molde. Nesta etapa controlam-se os parâmetros de velocidade de abertura do molde, força de deslocamento do molde, velocidade e força de extração e número de golpes do extrator. (HARADA, 2012)

3 SETUP

Setup é uma palavra original da língua inglesa, que em português possui o significado de configuração, instalação, organização, disposição ou regulagem. O *setup* também é conhecido, pela maneira como estão organizadas e distribuídas algumas ferramentas, peças e aparelhos necessários ao decorrer de um determinado posto de trabalho ou com fins específicos. Um *setup* também pode ser o tempo que alguém ou uma equipe leva para concluir uma tarefa específica, como por exemplo, a troca de pneus nos carros da Fórmula Um. (SIGNIFICADOS, 2014).

No contexto do presente estudo, *setup* é o conjunto de operações necessárias, para a troca de uma ferramenta, desde o instante no qual se tenha finalizado a última peça do lote anterior até o instante em que, dentro dos padrões normais de produtividade, se obtenha a primeira peça do lote posterior. Para que tal peça saia dentro dos padrões desejados, é necessário que as ferramentas sejam trocadas e ajustadas com alta precisão, a fim de evitar retrabalhos ou reprovações durante os processos subsequentes.

Para Shingo (1996) o tempo de *setup* engloba quatro etapas. Estas etapas foram descritas com as suas devidas porcentagens de distribuição de tempos, as quais são:

- a) Preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem, acessórios, etc. – 30%
- b) Fixação e remoção de matrizes e ferramentas – 5%
- c) Centragem e determinação das dimensões das ferramentas – 15%
- d) Processamentos iniciais e ajustes – 50%

Segundo Shingo (2000) o processo de troca de ferramenta ou *setup* pode ser dividido em dois tipos diferentes:

Setup interno ou tempo de preparação interna – TPI, realizáveis somente quando a máquina está parada, tais como remoção ou montagem de matrizes.

Setup externo ou tempo de preparação externa – TPE, possível de ser realizado com a máquina em funcionamento, como buscar parafusos no almoxarifado.

O ideal para o processo de *setup* em todos os tipos de equipamentos e máquinas é possuir a maior quantidade de operações dentro do tempo de *setup* externo. Isto se deve pelo fato de que estas operações estarão sendo realizadas com a máquina ainda ou já em produção, minimizando o tempo de máquina parada, logo, aumentando a disponibilidade da mesma.

3.1 *Setup* de Moldes de Injeção Plástica

A troca de um molde, ou *setup*, em uma máquina de injeção plástica, é realizada, quando existe a necessidade da fabricação de uma peça ou produto, a qual o molde que está em máquina não está apto a fabricar, portanto, é realizado um *setup* a fim de instalar o molde necessário e retirar o outro.

O processo de *setup* inicia-se no momento em que o ajustador responsável, pausa o processo produtivo da máquina injetora e retira a última peça aprovada. Após esta operação, o ajustador inicia o processo de retirada do molde, desacoplando o sistema de extração, desconectando as mangueiras de refrigeração e soltando o molde das placas fixa e móvel da máquina injetora. Com o processo de retirada do molde concluído, inicia-se o processo de entrada do molde quente, onde o mesmo, será centralizado na máquina injetora, preso nas placas fixa e móvel, então, o sistema de extração será acoplado e as mangueiras de refrigeração serão conectadas. Com molde já instalado e disponível para funcionamento, o programa da peça salvo na máquina será carregado para funcionamento. Simultaneamente, durante o primeiro ciclo da máquina injetora, os parâmetros e máscara do robô serão ajustados, a fim de retirar a peça do molde sem danificá-la. Com os parâmetros de máquina e robô concluídos, a máquina injetora é colocada em estado de produção normal e ao término da aprovação das peças o *setup* está finalizado.

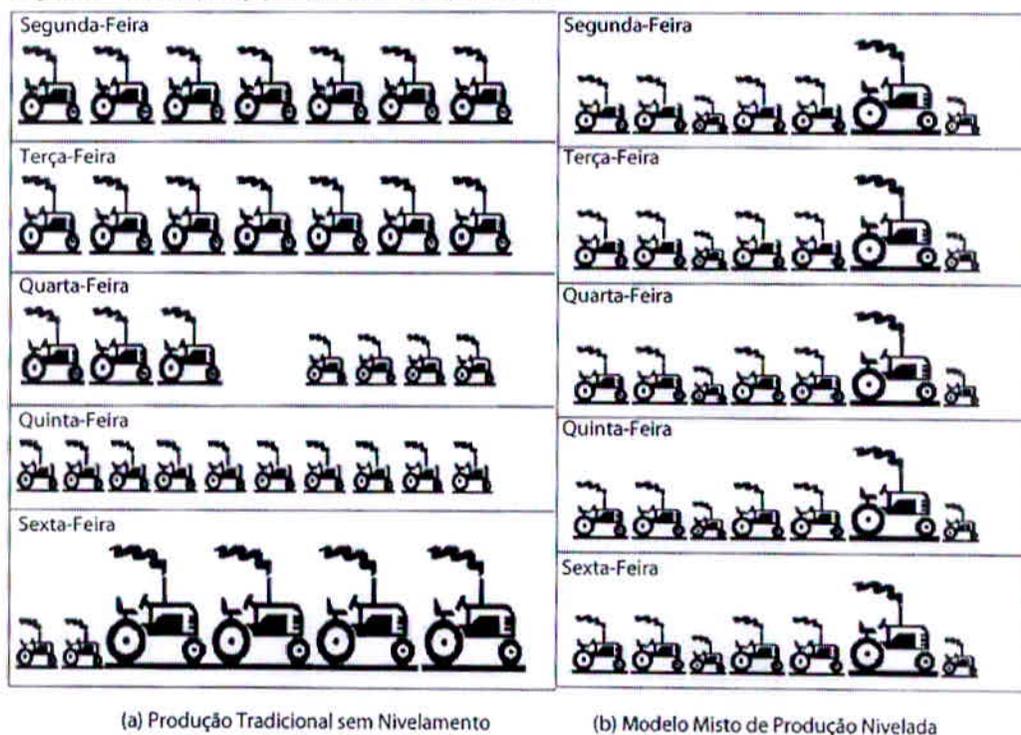
4 NIVELAMENTO DE PRODUÇÃO (*HEIJUNKA*)

O nivelamento de produção, também conhecido como *Heijunka* é a nivelção da taxa de produção a fim de equilibrar ou atingir a taxa de saída de produtos. Em outras palavras, o nivelamento de produção possibilita a manufatura de produtos, de maneira que atenda a demanda exata requerida pelo cliente. A implementação de tal ferramenta otimiza o tempo para entrega do produto final ao cliente, estabiliza o sistema produtivo e evita inventários excessivos de produtos acabados ou estoques em processo, impactando diretamente no custo final do produto.

Nivelar a produção significa fabricar todos os itens em um curto espaço de tempo, de maneira a atender rapidamente os clientes, evitando superprodução e geração de estoques excessivos (TARDIN, 2001).

A concepção do *Heijunka* é o nivelamento da produção através da combinação de produtos dentro do volume total de produção. Este não segue a programação ordenada de acordo com a chegada dos pedidos, o que pode variar drasticamente, mas admite o volume total de pedidos durante um determinado período de tempo e nivela-os, a fim de que a mesma quantidade e combinações sejam produzidas todos os dias (LIKER, 2005).

Figura 9 – Sistema de produção tradicional x nivelado



Fonte: (GHINATO 2000, p.16)

A programação de produção através do *Heijunka* permite a fabricação de pequenos lotes de produtos variados. Tal fato permite que uma empresa produza vários tipos de produtos no decorrer de uma semana, a fim de atender a demanda exata do cliente. Contudo, para que uma empresa possa produzir pequenos lotes de produtos variados ao decorrer de um curto espaço de tempo, é necessário que esta possua um sistema de troca rápida de ferramentas eficiente. O motivo desta necessidade é que o nivelamento de produção exige um maior número de *setups* para atender a demanda semanal exata. Por exemplo, se uma máquina X possui *setups* de 2 horas de duração e necessita fazer 10 *setups* durante a semana para atender a produção, esta irá perder 20 horas de produção durante os *setups*, se o ciclo para produção de uma peça é de 1 minuto, esta empresa estará deixando de produzir 1200 peças por semana. Contudo se esta máquina possuir um sistema de troca rápida, o qual possibilite um *setup* com 10 minutos, a perda de produção com a máquina parada seria de 1 hora e 40 minutos ou 100 peças por semana.

5 METODOLOGIA 5S

O programa 5S, teve sua origem no Japão por volta de 1950, após a segunda guerra mundial. Este possuiu fundamental importância, para reorganização e recuperação das empresas japonesas em âmbito mundial. Esta metodologia possui a função de otimizar o ambiente de trabalho, através de 5 conceitos básicos, tornando as empresas mais produtivas seguras e ordenadas.

O 5S deve ser implementado com o intuito específico de otimizar as condições de trabalho e instaurar um ambiente de qualidade. Este propõe a criação de condições básicas ao desenvolvimento das empresas sem perder o foco em seu objetivo principal, o lucro (SILVA, 1996).

A metodologia do 5S, visa conscientizar as pessoas sobre a importância da qualidade do ambiente de trabalho. Esta baseia-se em 5 palavras japonesas, *Seiro*, *Seiton*, *Seiso*, *Seiketsu* e *Shitsuke*, as quais em português significam:

- a) Senso de Utilização (*Seiri*) – O senso de utilização propõe uma análise dos recursos disponíveis, a fim de verificar-se, o que de fato é utilizado no dia-a-dia, eliminando os objetos desnecessários, os quais prejudicam o desempenho durante as atividades.
- b) Senso de ordenação (*Seiton*) – O senso de ordenação propõe desenvolver um ambiente de trabalho mais ordenado, facilitando a busca de um determinado material, economizando tempo e recursos. Para isso é necessário estipular, identificar e nomear locais, a fim de facilitar a procura por qualquer pessoa.
- c) Senso de limpeza (*Seiso*) – O senso de limpeza visa manter o ambiente de trabalho limpo, seja em uma mesa de escritório ou em uma máquina, esta necessita estar em condições ideais para uso. Além de conservar em bom estado os bens da empresa, o senso de limpeza gera uma sensação agradável de bem estar, tornando o ambiente de trabalho um local melhor para se estar.
- d) Senso de saúde (*Seiketsu*) – O senso de saúde visa a conservação das condições de trabalho física e mental, propícias a uma boa saúde. Este refere-se ao estado alcançado com o desenvolvimento dos três sentidos anteriores, somado de ações rotineiras e usuais em termos de higiene, segurança no trabalho e saúde pessoal (SILVA, 1996).
- e) Senso de disciplina (*Shitsuke*) – O senso de disciplina visa o seguimento rigoroso de padrões, procedimentos e regras estabelecidas pelas empresas. Este completa todos os 4 sentidos

anteriores, pois sem a disciplina dos colaboradores, o programa 5S nunca se sustentaria com qualidade e autossuficiência dentro de uma empresa.

A metodologia 5S é a base para implementação de um sistema eficiente de troca rápida de ferramentas. Este programa possui a função de organizar de maneira sistemática e visual todos os recursos necessários para execução de um *setup*. Este também detém a capacidade de evidenciar os potenciais problemas que poderão ocorrer antes do início do *setup*, facilitando a identificação e tomada de ação para a correção destes, a fim de evitar paradas desnecessárias de máquina.

Se uma empresa não consegue realizar os 5S's, esta não conseguirá executar outras tarefas, pois quaisquer procedimentos operacionais, por mais difíceis que sejam devem começar com o programa dos 5S's (OSADA, 1992).

6 KAIZEN

Kaizen é uma palavra de origem Japonesa que possui o significado de mudanças para melhor. Esta expressão é amplamente utilizada para se transmitir a ideia de melhoria contínua dentro das empresas. Muitas destas, utilizam a metodologia do *Kaizen*, a fim de estimular os funcionários a implementar ideias as quais reduzam desperdícios.

O termo *Kaizen* é formado a partir de Kai, que significa modificar, e Zen para melhor. O *Kaizen* foi introduzido na administração a partir de 1986 por Masaki Imai e tem sido associado à ideia de melhoria contínua, não só no trabalho como também no lar e na vida social. A exemplo de outras ideias lançadas pelos japoneses, como o Just-in-time, os conceitos iniciais de *Kaizen* se expandiram para uma filosofia organizacional e comportamental. É, pois, uma cultura voltada a melhoria contínua com foco na eliminação de perdas em todos os sistemas de uma organização e implica na aplicação de dois elementos, ou seja, na melhoria, entendida como uma mudança para melhor e na continuidade, entendida como ações permanentes de mudança. Assim, não deve haver um único dia sem alguma espécie de melhoria na empresa. (MARTINS; LAUGENI, 2005, p. 645).

Pode-se dizer, que o *Kaizen* é uma técnica de criação e implementação de melhorias, que resultam em esforços constantes, a fim de oferecer produtos com melhor qualidade a preços menores. Com o intuito de atingir tais resultados, o *Kaizen* é comandado por dez princípios básicos que são:

- a) Todos desperdícios devem ser eliminados.
- b) Todos os funcionários devem estar alinhados com o processo de melhoria.
- c) A melhoria da produtividade deve ser fundamentada em ações que não necessitem de altos investimentos financeiros.
- d) Deve ser praticado em qualquer local.
- e) Deve se sustentar em uma gestão visual, em que exista total transparência de procedimentos, processos e valores; tornando os problemas e os desperdícios visíveis aos olhos de todos.
- f) As ações devem ser concentradas no local de maior necessidade.
- g) O *Kaizen* deve ser voltado de maneira que seu objetivo seja a otimização dos processos.
- h) A priorização na melhoria das pessoas deve ser o foco principal.
- i) O foco do *Kaizen* é de aprender com a prática.

7 TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTA (TRF) / (SMED)

Através da necessidade de otimizar a produtividade das empresas, especificamente focada nos métodos de troca de ferramentas ou *setup's*, Shingeo Shingo elaborou uma metodologia denominada SMED (Single Minute Exchange of Die), que no Brasil leva o nome de TRF (Troca Rápida de Ferramentas), esta visa a redução do tempo de *setup*, através de técnicas as quais foram publicadas em sua obra Sistema de Troca Rápida de Ferramentas. Neste sistema a troca de ferramentas deverá acontecer em menos de 10 minutos, em outras palavras, o tempo de *setup* deverá compreender-se em um único dígito, contudo Shingo (2000) diz que embora nem todo *setup* possa ser realizado em menos de dez minutos, este é o objetivo da ferramenta TRF.

Setup's com altos de tempos de duração são considerados desperdícios, que aumentam o custo do produto final, provocando a diminuição da margem de lucro das empresa ou tornando-as menos competitivas no mercado atual. Segundo Ohno (2006, p.30) “a redução de custos deve ser o objetivo dos fabricantes de bens de consumo que buscam sobreviver no mercado atual.”.

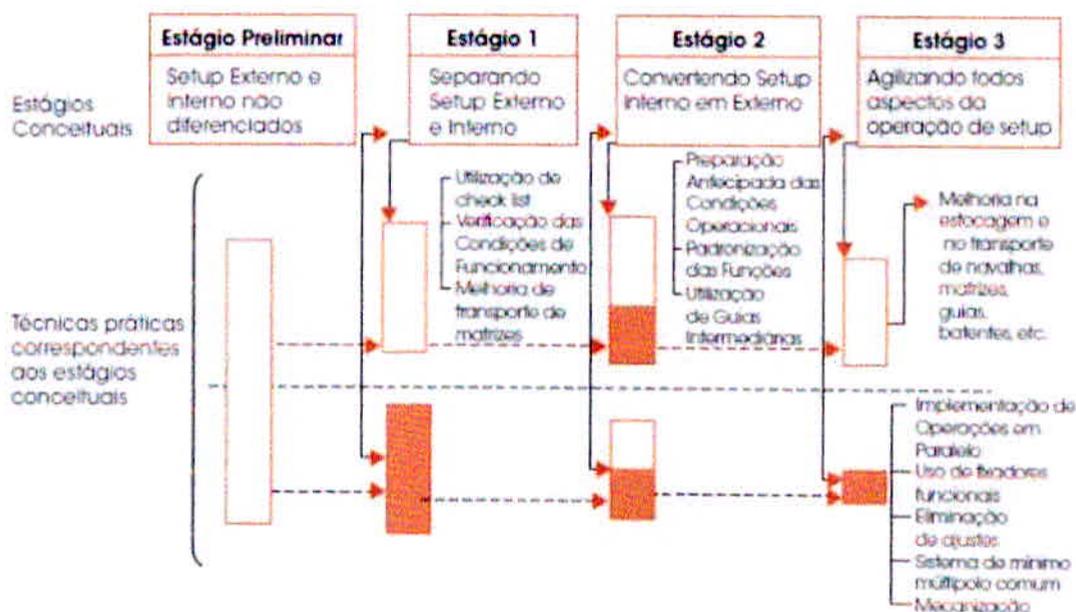
A redução dos tempos de preparação (*setup*) possibilita a produção econômica em pequenos lotes. Sendo assim, torna-se possível que as fabricas respondam mais rapidamente as variações da demanda de mercado. Com a utilização da Troca Rápida de Ferramentas as empresas passam a deter maior flexibilidade em relação à introdução de modificações e alterações radicais na estrutura dos produtos. Também se diminuem consideravelmente os tempos de atravessamento (*lead times*) na fábrica, o que possibilita responder rapidamente às mudanças nos pedidos do mercado. Ou seja, a fábrica aumenta sua flexibilidade em relação a mudança no mix de fabricação. (SHINGO, 2000, p.5).

Segundo Shingo (2000) o método de implementação dos sistema TRF é dividido em estágios conceituais que são:

- a) Estágio preliminar – Não há distinção dos conceitos de *setup* interno e externo.
- b) Estágio 1 – Ocorre a separação do *setup* interno de externo.
- c) Estágio 2 – Ocorre a conversão do *setup* interno para externo
- d) Estágio 3 – Ocorre a otimização sistemática das operações de *setup* interno e externo.

Cada um dos estágios supracitados serão abordados com maior profundidade nos capítulos subsequentes.

Figura 10 – Metodologia de TRF



Fonte: (SHINGO 2000, p.98)

7.1 Estágio Preliminar – As Condições de Setup Interno e Externo não se Distinguem

O estágio preliminar recebe este nome, pois é executado no momento anterior a aplicação da metodologia da Troca Rápida de Ferramentas. Nesta etapa a maioria das operações do *setup*, que poderiam ocorrer com a máquina em funcionamento (*Setup* externo), ocorre com ela parada (*Setup* interno), provocando altos tempos de *setup*.

“Nas operações de *setup* tradicionais, o *setup* interno e externo são confundidos; o que poderia ser realizado externamente é realizado internamente e, por isto, as máquinas ficam paradas por longos períodos.” (SHINGO, 2000, P.48).

Este estágio é utilizado como parâmetro inicial para implementação da TRF. Neste momento são coletados os tempos e realizadas as filmagens da troca de ferramentas sem quaisquer melhorias ainda implementadas. Shingo (2000) propõe a utilização de cronômetros para a análise e o estudo dos métodos, entrevistas com os operadores e a análise das operações através de filmagens.

Após a realização das filmagens a equipe da TRF segregou as etapas do *setup*, passo a passo, anotando os tempos realizados em cada operação, sem se importar em efetuar a distinção entre tempo de *setup* interno e tempo de *setup* externo. Com o término das anotações a metodologia TRF segue adiante, para as três etapas subsequentes. (SHINGO, 2000)

7.2 Primeiro Estágio – Separando *Setup* Interno e Externo

O primeiro estágio corresponde à organização das atividades, identificando-as e segregando-as em *setup* interno e *setup* externo. *Setups* Internos são todas atividades realizadas com a máquina parada, por exemplo, a montagem de um molde no interior de uma máquina injetora. Já o *setup* externo são todas as operações que podem ser realizadas com a máquina em operação, ou seja, gerando peças, por exemplo, o transporte de um molde de seu almoxarifado para próximo da máquina injetora.

O momento de identificação e classificação das operações internas e externas é considerada a etapa mais importante da metodologia TRF. Segundo Shingo (2000) “Se for feito um esforço científico para realizar o máximo possível da operação de *setup* como *setup* externo, então, o tempo necessário para o interno pode ser reduzido de 30 a 50%.”.

Após classificar e identificar todas as operações que poderiam ser feitas nos tempos externo e interno, aconselha-se o uso de um *check list* para a identificação de todos os itens necessários para a realização do *Setup*. Neste *check list* deverá constar os nomes dos itens, suas quantidades e locais corretos para disposição. O *check list* auxilia para que todos os itens necessários no momento da troca de ferramentas estejam presentes em seus respectivos locais, contudo, este não garante que os itens estejam no estado correto de funcionamento, logo, é necessária a verificação do funcionamento destes dentro do tempo de *setup* externo. (SHINGO, 2000)

7.3 Segundo Estágio – Converter *Setup* Interno em Externo

Somente a redução de tempo promovido pelo primeiro estágio não é suficiente para alcançar a meta proposta pela TRF. Logo, é necessária uma revisão das operações, a fim de verificar se alguma operação tenha sido separada equivocadamente e realizar um maior esforço para converter outras atividades em *setup* externo.

“As operações que são realizadas atualmente como *setup* interno podem geralmente ser convertidas para *setup* externo reexaminando-se a sua real função. É extremamente importante adotar novas perspectivas que não são abordadas por procedimentos tradicionais.” (SHINGO, 2000, p.50).

Uma maneira de converter a operação de *setup* interno para *setup* externo é preparar todos os equipamentos necessários para realização do *setup* antecipadamente, deixando-os dentro das condições ideais para produção. Um exemplo para o método mencionado seria o

preaquecimento de moldes em máquinas de injeção plástica, nesta situação pode-se aquecer o molde antes do início do *setup*. Esta operação é geralmente realizada quando o molde já encontra-se instalado em máquina. A conversão desta operação para o tempo externo reduz o tempo interno de duas maneiras, primeira por não haver a necessidade de aguardar o aquecimento do molde para iniciar-se a produção, segunda pelo fato da máquina estar apta a produzir peças de qualidade logo no primeiro ciclo.

7.4 Terceiro Estágio – Melhoria Sistemática de Cada Operação Básica do Setup Interno e Externo

A busca pelo *setup* inferior a dez minutos pode não ser alcançada somente através das etapas anteriores, fazendo-se necessário a utilização de técnicas, para a melhoria contínua em cada um dos elementos que compõe o *setup*. Nesta etapa deve-se analisar cada operação, interna e externa, pensando em meios de realizá-la de maneira mais rápida e simples (SHINGO, 2000).

As melhorias aplicadas no tempo de *setup* externo facilitam o desenvolvimento das atividades nesta etapa, contudo, não contribuem para o principal objetivo da TRF, que é a redução do tempo de *setup* interno. As otimizações aplicadas nas operações que ocorrem no tempo de *setup* interno são as que efetivamente impactam no tempo final do *setup*, por tanto, cabe aos engenheiros realizarem uma análise minuciosa na busca de melhorias nesta etapa. Shingo (2000) apresenta algumas técnicas importantes que contribuem para redução do tempo de *setup* interno. As duas técnicas expostas abaixo foram utilizadas no presente trabalho para redução do tempo de *setup* interno.

a) Operação em Paralelo – A operação de *setup* em máquinas de grande porte normalmente gera atividades na parte frontal e traseira destas. Quando o *setup* é realizado por apenas uma pessoa, observa-se um grande desperdício de movimentação ao redor da máquina. A ideia da operação em paralelo é a inclusão de uma outra pessoa durante o *setup*. Portanto enquanto uma pessoa está realizando o *setup* na parte frontal da máquina a outra estará realizando na parte traseira, eliminando o excesso de movimentação e reduzindo o tempo de *setup* interno (SHINGO, 2000).

b) Eliminação de Ajustes – Segundo Mondem (1983), os ajustes de máquinas consomem de 50% a 70% do tempo de *setup* interno. As máquinas de injeção plásticas possuem ajustes nos: parâmetros de injeção, parâmetros de robô, centragem do molde e posicionamento do sistema de extração. Para eliminação de ajustes é aconselhado o estabelecimento de parâmetros

numéricos, que possam orientar o ajustador no momento do *setup*, eliminando a necessidade das habilidades sensitivas do mesmo (SHINGO, 2000).

8 METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

Para aplicação prática da metodologia TRF, foi realizado um estudo de caso em um molde X e uma máquina injetora. Este estudo foi executado no setor de injeção plástica de uma empresa A, fabricante de eletrodomésticos.

Para implementação desta metodologia foi criado um grupo de trabalho com 10 membros, composto por: um Analista de Processo, um Supervisor de Produção, um Estagiário de Processo, um Estagiário de Produção, três Ajustadores, dois Abastecedores e um Operador. Este grupo focou-se durante uma semana em eventos *kaizen*, com o intuito de alcançar a meta pré-estabelecida pelo corpo gerencial da empresa, a qual foi a redução de no mínimo 50% do tempo de *Setup* inicial.

8.1 Descrição da Situação Anterior à Implementação da TRF

Antes de realizar qualquer otimização no processo de *setup*, a primeira etapa foi o levantamento sobre as condições reais que o processo se encontrava. Dentre os 70 moldes presentes na empresa, foi escolhido o molde X. A escolha deste molde justifica-se pelo grau de dificuldade para realização de seu *setup* e a alta rotatividade deste na máquina, exigindo uma maior quantidade de *setup's* ao longo de um mês. Foi verificado que o molde X possui 2 cavidades, ciclo de 45 segundos, tempo de *setup* de 120 minutos e uma quantidade de 5 *setups* por mês. Portanto ao longo de um mês, 600 minutos eram gastos em *setup's*, gerando um desperdício anual de 120 horas de máquina parada. Dividindo este tempo pelo ciclo e multiplicando pelo número de cavidades, descobrimos que esta máquina deixou de produzir 19.200 peças por ano, devido à realização de *setup's*.

O molde X possui 880 mm de comprimento, 900 mm de altura, 850 mm de largura e um peso de 1.800 Kg. A peça produzida por este molde utiliza o polímero Polipropileno também conhecido como PP, como matéria-prima.

Após o entendimento das condições iniciais, partiu-se para a aplicação dos conceitos de Shingo (2000) em quatro estágios.

8.2 Aplicação do Estágio Preliminar – As Condições de Setup Interno e Externo não se Distinguem

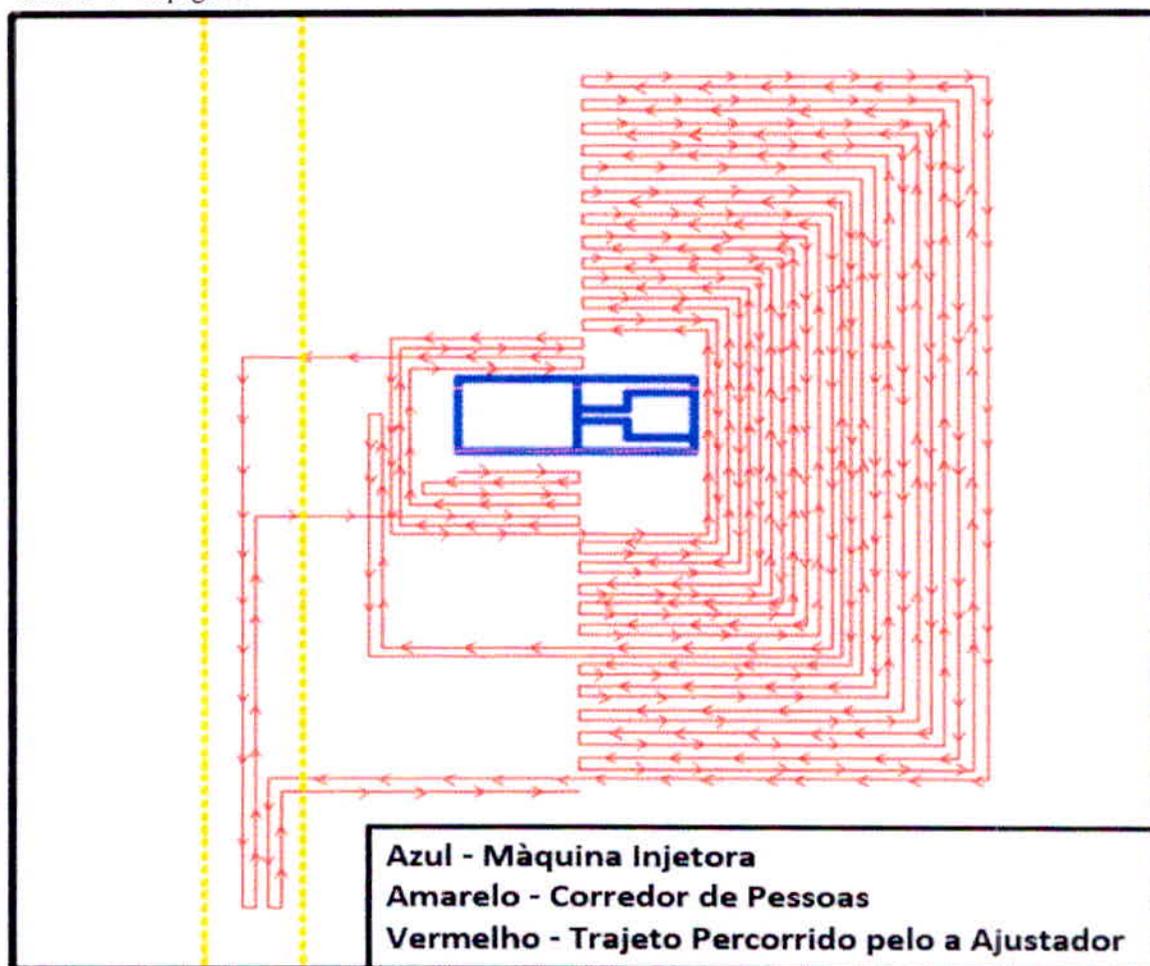
Como propõe Shingo (2000), para realizar a análise das atividades desenvolvidas pelo Ajustador ao longo do *setup* foi utilizado o recurso de filmagem. Com o auxílio de duas câmeras foram filmadas as atividades executadas pelo ajustador durante o *setup* e o ambiente geral de trabalho ao longo do mesmo.

Após a execução das filmagens, o grupo de trabalho se reuniu em uma sala, onde o vídeo foi assistido por todos. Ficou claro aos membros da equipe durante o decorrer do vídeo a quantidade de desperdícios ocorridas durante o *setup*. Mesmo antes da divisão das operações passo-a-passo e o desenvolvimento de gráficos, estava nítida a excessiva movimentação do ajustador ao longo do *setup*, justificando a exaustão do mesmo ao término da troca de ferramentas.

Ao término do vídeo as operações desenvolvidas pelo Ajustador ao longo do *setup*, foram descritas e mapeadas passo-a-passo em uma planilha (APÊNDICE A –Planilha de operações de Setup). Após a conclusão desta planilha foram contabilizadas 477 operações equivalentes a 120 minutos de *setup*.

O gráfico 1 representa de maneira simbólica a movimentação do ajustador ao longo do *setup*.

Gráfico 1 – Espaguete



Fonte: o autor.

8.3 Aplicação do Primeiro Estágio – Separando Setup Interno e Externo

No primeiro estágio o grupo reuniu-se novamente em sala, a fim de avaliar as operações realizadas durante o decorrer do *setup*. A real função desta etapa, foi promover uma discussão sobre as atividades que o ajustador deveria executar com a máquina parada e as atividades que este deveria realizar com a máquina em funcionamento. Tal tarefa foi realizada com o auxílio da planilha de operações de *setup* (APÊNDICE A – Planilha de operações de *Setup*), a qual foi desenvolvida na etapa preliminar. Nesta planilha foram acrescentadas três colunas intituladas como: *setup* interno, *setup* externo e desperdícios. Através destas colunas a equipe destacou as operações que eram consideradas desperdícios, como caminhadas e busca por ferramentas, e classificou as operações que deveriam ser realizadas interna e externamente, sempre visando a realização do maior número de atividades em tempo de *setup* externo.

8.4 Aplicação do Segundo Estágio – Converter *Setup* Interno em Externo

No segundo estágio, com a equipe ainda em sala, foi realizada uma revisão de todas as operações classificadas durante o decorrer da primeira, a fim de encontrar operações que poderiam ser convertidas de *setup* interno para externo. A conversão do *setup* interno para externo geralmente faz o uso de investimentos financeiros. Portanto o trabalho foi desenvolvido de modo que todas as possíveis melhorias fossem implementadas, deixando a utilização de recursos financeiros para o terceiro estágio.

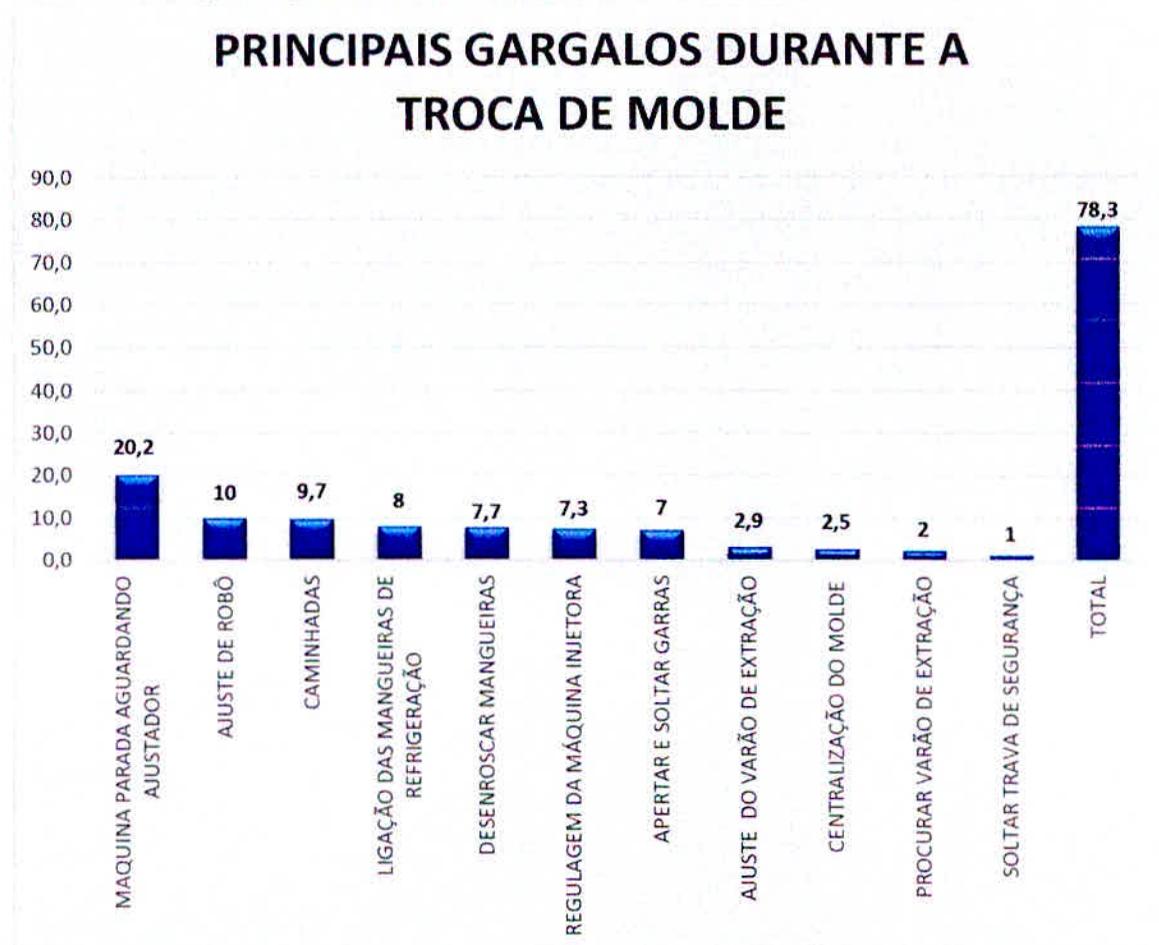
Após a verificação de todas as atividades do *setup*, deu-se início ao desenvolvimento de alguns documentos necessários para auxiliar o ajustador durante as operações. Foi elaborado um check list de *setup* (APENDICE B – Check List de *Setup*), para verificação de todos os itens necessários durante a troca de molde, a fim de certificar-se de que estes estariam dispostos nas quantidades e locais corretos, eliminando a busca por objetos durante o decorrer do mesmo. Também foi desenvolvida uma Instrução de Trabalho para troca de moldes (APENDICE C – Instrução de Trabalho para Troca de Molde), através das operações internas e externas classificadas anteriormente, que consiste em um método padrão para execução de *setup*'s em máquinas de injeção plástica.

A partir deste ponto a Instrução de Trabalho para Troca de Moldes e o Check List, passaram a orientar as atividades dos ajustadores durante a execução do *setup*.

8.5 Aplicação do Terceiro Estágio – Melhoria Sistemática de Cada Operação Básica do *Setup* Interno e Externo

Na terceira e última etapa foram implementadas as melhorias nas operações de *setup* interno e externo, afim de reduzir o tempo final da troca de molde. Para uma melhor análise das otimizações necessárias, foi gerado um gráfico (Gráfico 2) que exhibe os conjuntos de operações que consumiam maior tempo no decorrer do processo.

Gráfico 2 – Principais Gargalos Durante a Troca de Molde



Fonte: o autor

Através do gráfico supracitado, juntamente com uma análise das tarefas que provocavam maior desgaste nos operadores, o grupo realizou um brainstorming onde foram sugeridas melhorias para implementação no processo de setup. Após o brainstorming as ideias foram reavaliadas, a fim de analisar a relação entre custo e benefícios da mesmas. Com as melhorias estabelecidas, o grupo desenvolveu um plano de ação, para o gerenciamento das implantações.

Os gargalos de “Máquina parada aguardando ajustador” e de “Caminhadas”, mencionados no gráfico 2, foram solucionados através da implementação da instrução de trabalho para troca de moldes, (APENDICE C – Instrução de Trabalho para Troca de Molde) e do *check list* de *setup* (APENDICE B – *Check List* de *Setup*). As demais melhorias serão expostas nos subcapítulos seguintes de Melhorias de *Setup* Externo e Melhorias de *Setup* Interno.

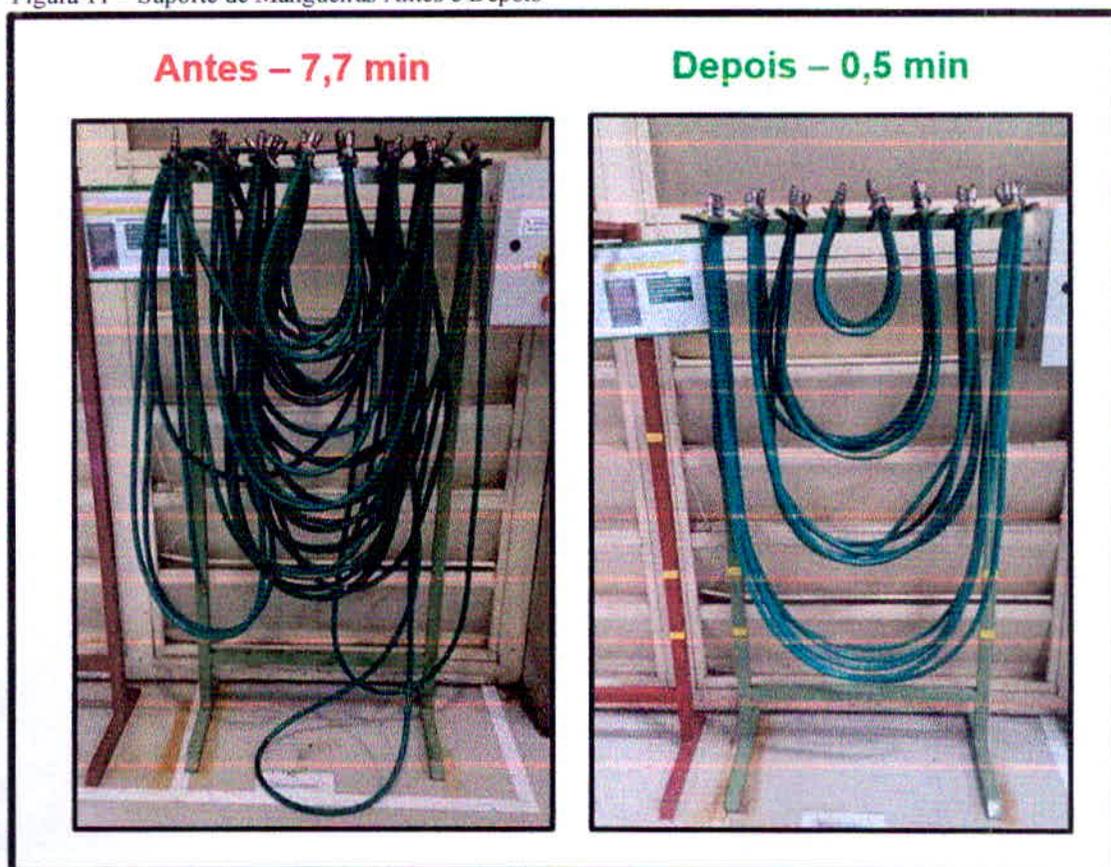
8.5.1 Melhorias de *Setup* Externo

As otimizações realizadas nas operações de *setup* externo não reduzem efetivamente o tempo de máquina parada. Contudo, para uma melhor organização do ambiente de trabalho e redução do tempo de preparo para o *setup*, algumas melhorias nestas operações foram implementadas.

8.5.1.1 Padronização do Suporte de Mangueiras

Anteriormente os suportes de mangueiras não eram identificado conforme os padrões da metodologia 5S. As mangueiras que ficavam dispostas nestes, não possuíam tamanhos específicos padronizados. A ideia de melhoria foi a implementação da metodologia 5S no suporte de mangueiras e a padronização das mangueiras em 4 tamanhos diferentes. Através desta melhoria o tempo para coleta das mangueiras passou de 7,7 min para 0,5 min, obtendo-se uma redução de 93,5% do tempo inicial.

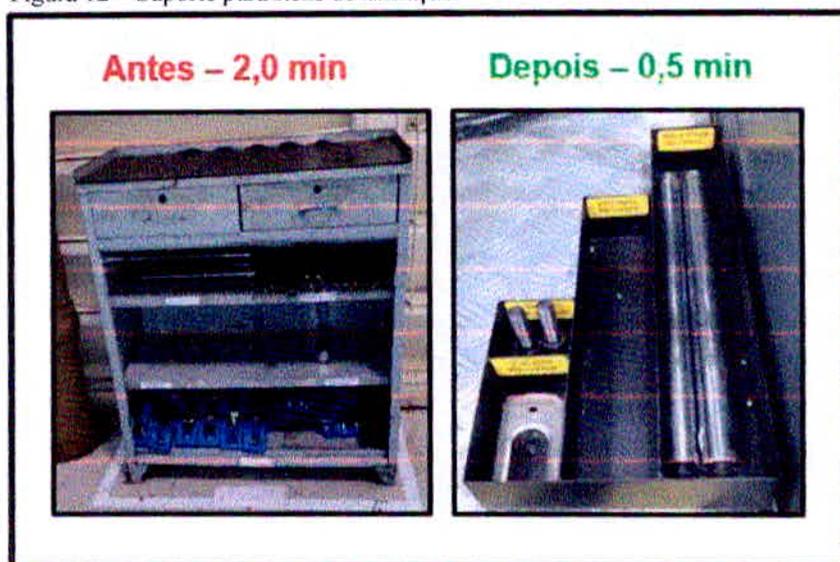
Figura 11 – Suporte de Mangueiras Antes e Depois



8.5.1.2 Realocação dos Itens do Sistema de Extração

Anteriormente os itens do sistema de extração (varão de extração, parafusos allen e “U”) ficavam armazenados em um armário que não seguia a metodologia 5S. Estes itens são específicos para cada máquina, logo, sempre quando era necessária a realização de um *setup*, o ajustador precisava se deslocar até o armário para a busca dos itens mencionados. Com o intuito de otimizar o tempo para a localização destes componentes e reduzir a movimentação para coleta dos mesmos, foram desenvolvidos suportes individuais, os quais foram fixados em cada máquina. Nestes suportes ficam dispostas todas as peças necessárias para o ajuste do sistema de extração durante o *setup*. Tal melhoria eliminou a movimentação do ajustador para a localização dos itens de extração, reduzindo assim o tempo desta etapa de 2 minutos para 0,5 minutos e obtendo-se uma redução de 75% do tempo inicial.

Figura 12 – Suporte para Itens de Extração

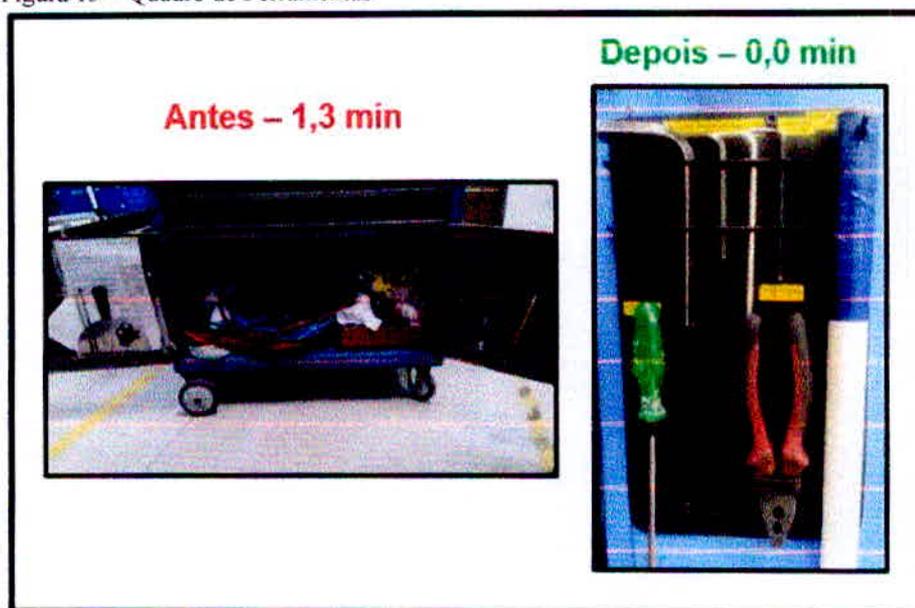


Fonte: o autor

8.5.1.3 Implementação de Quadros de Ferramentas

Cada ajustador possui um carrinho de ferramentas onde estão dispostas todas as ferramentas necessárias para as tarefas do dia-a-dia. No momento do *pré-setup* o ajustador recebia o *check list* de *setup* (APENDICE B – *Check List* de *Setup*) e efetuava a separação das ferramentas necessárias para execução do mesmo, levando 1,3 minutos para a realização desta tarefa. Como melhoria, foram fixados quadros de ferramentas, no interior das máquinas injetoras, os quais possuem todas as ferramentas necessárias para a realização da troca de molde, eliminando assim a etapa da separação das ferramentas.

Figura 13 – Quadro de Ferramentas



Fonte: o autor

8.5.2 Melhorias de Setup Interno

As melhorias executadas durante o tempo de setup interno, possuem impacto direto no tempo final do setup. Portanto as otimizações que serão apresentadas a seguir, foram fundamentais para que o grupo de trabalho alcançasse os resultados finais, que serão expostos ao término do presente trabalho.

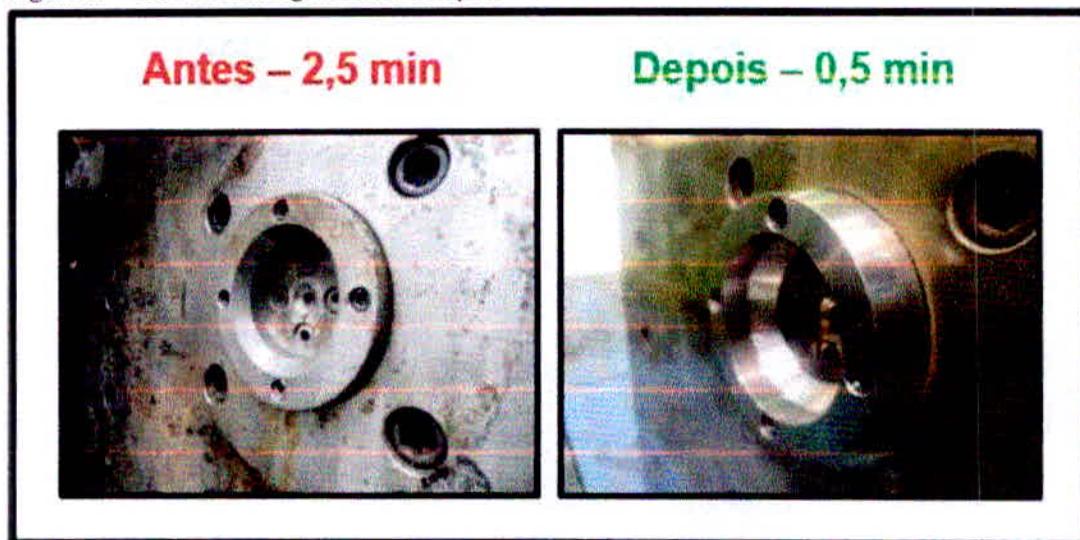
8.5.2.1 Otimização de Ajustes do Robô

Os robôs são responsáveis pela retirada das peças do molde e disposição destas na bancada de operações que se encontra na parte externa da máquina. Para que este execute o conjunto de operações supracitadas, são necessários ajustes de parâmetros. Estes ajustes agregam cerca de 10 minutos de máquina parada no tempo final do *setup*. A ideia de melhoria foi o desenvolvimento de parâmetros específicos para a peça. Após a conclusão deste desenvolvimento, os parâmetros foram salvos na memória digital do próprio robô. Utilizando-se deste artifício o ajustador só precisa buscar o programa na memória do robô e realizar os ajustes mecânicos, para iniciar a operação da máquina, eliminando o tempo de ajuste dos parâmetros. Assim se reduz o tempo total de ajuste de 10 para 3 minutos, ou seja, uma redução de 70% do tempo inicial.

8.5.2.2 Melhorias no Anel de Centragem de Molde

O anel de centragem é o componente do molde utilizado para a centralização do mesmo na máquina injetora. Esta centralização deve ser feita de maneira precisa, a fim de não comprometer a integridade física do ferramental. Conforme mencionado no Gráfico 1, eram necessários cerca de 2,5 minutos para realizar a centralização do molde na máquina injetora. Este tempo, considerado elevado, era provocado pelo fato do anel de centragem ser pouco espesso. Tal fato dificultava a centragem do molde, necessitando da experiência e habilidade do ajustador para realização da tarefa. Logo, a ideia de melhoria foi a confecção de um novo anel de centragem, o qual é chanfrado e possui 20 mm a mais de espessura. Estas melhorias auxiliam no momento da centralização do molde e reduzem o tempo para a execução desta operação de 2,5 minutos para 0,5 minutos, ou seja, uma redução de 80% do tempo total de centralização do molde.

Figura 14 – Anel de Centragem Antes e Depois



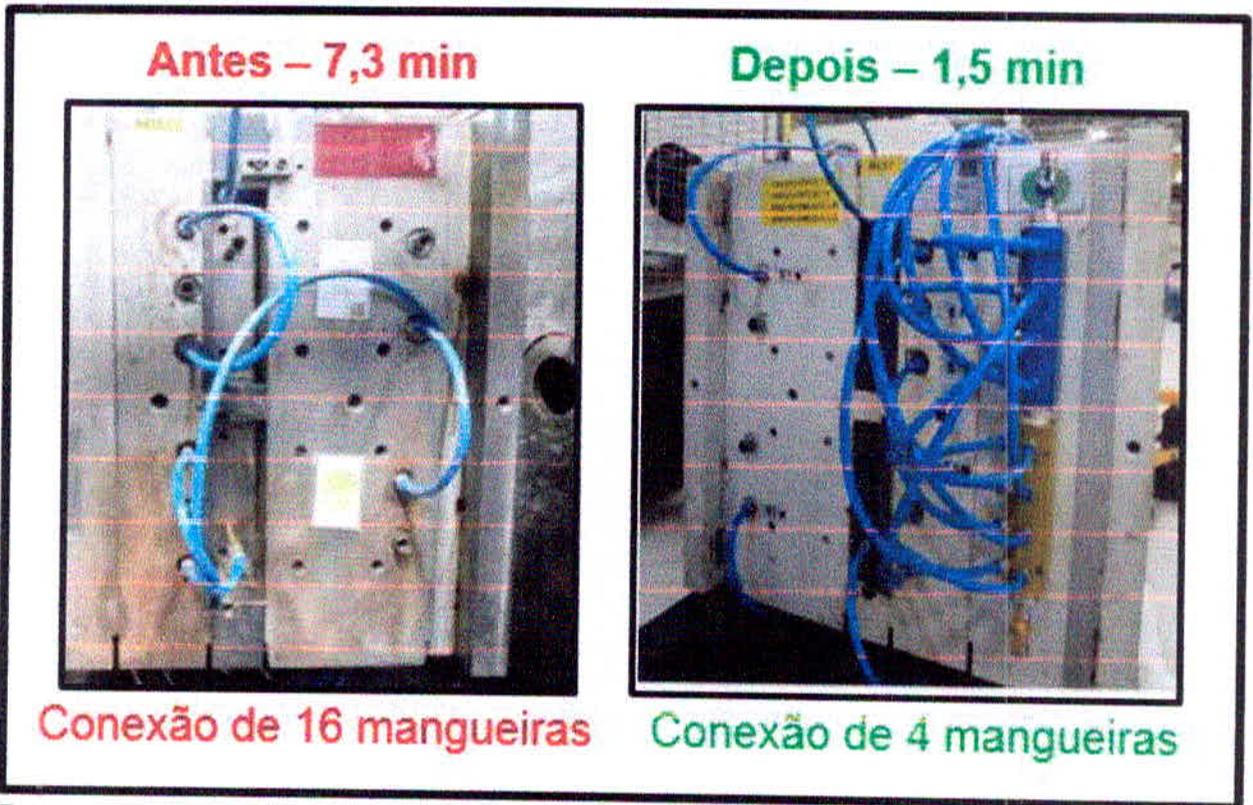
Fonte: o autor

8.5.2.3 Instalação de um Manifold para o Sistema de Refrigeração do Molde

Uma das operações mais longas e importante do *setup* é a troca das mangueiras do sistema de refrigeração. Cada molde possui quantidade, tamanhos e cores de mangueiras específicas. Portanto, no momento da troca do molde é necessária a substituição de todas estas mangueiras. No molde X, a troca das mangueiras era uma operação crítica a qual necessitava de 8 minutos para sua conclusão. Este gasto era provocado, pois o molde em questão requeria

a substituição de 16 mangueiras. A ideia para otimização deste etapa, foi a instalação de um *Manifold no molde*, para distribuição da água no interior do mesmo. Um *Manifold* é um conjunto de válvulas montadas de modo a formar um bloco, cujo a função é centralizar os comandos de abertura e fechamento de água, e distribuir o fluido para os locais necessários de maneira uniforme. Através da instalação do *Manifold* a quantidade de mangueiras necessárias foi reduzida de 16 para 4. O tempo gasto após esta melhoria passou de 8 para 1,5 minutos, ou seja, uma redução de 81,2% do tempo inicial para conexão das mangueiras.

Figura 15 – Sistema de Refrigeração Antes e Depois

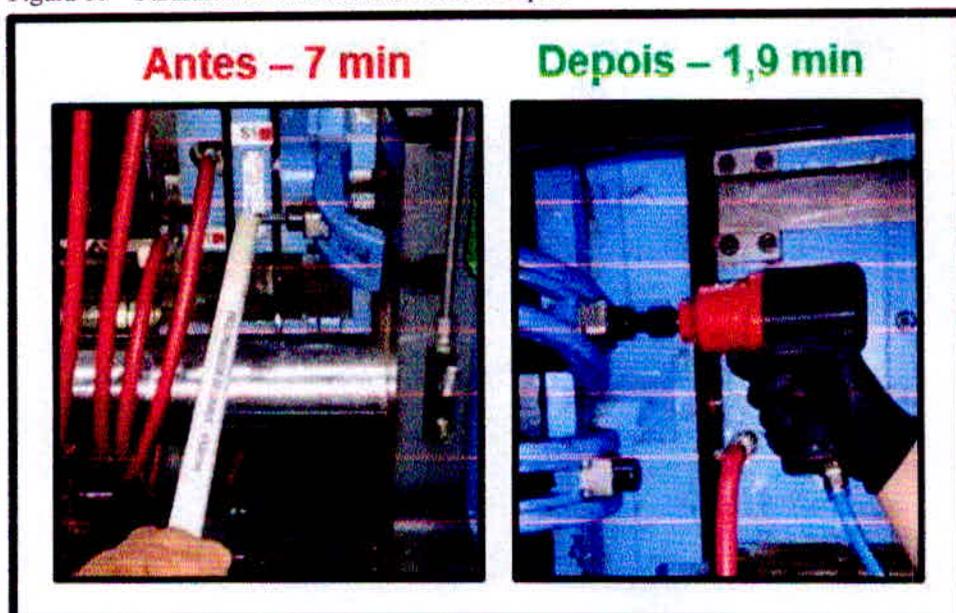


Fonte: o autor

8.5.2.4 Implementação de uma Parafusadeira Pneumática

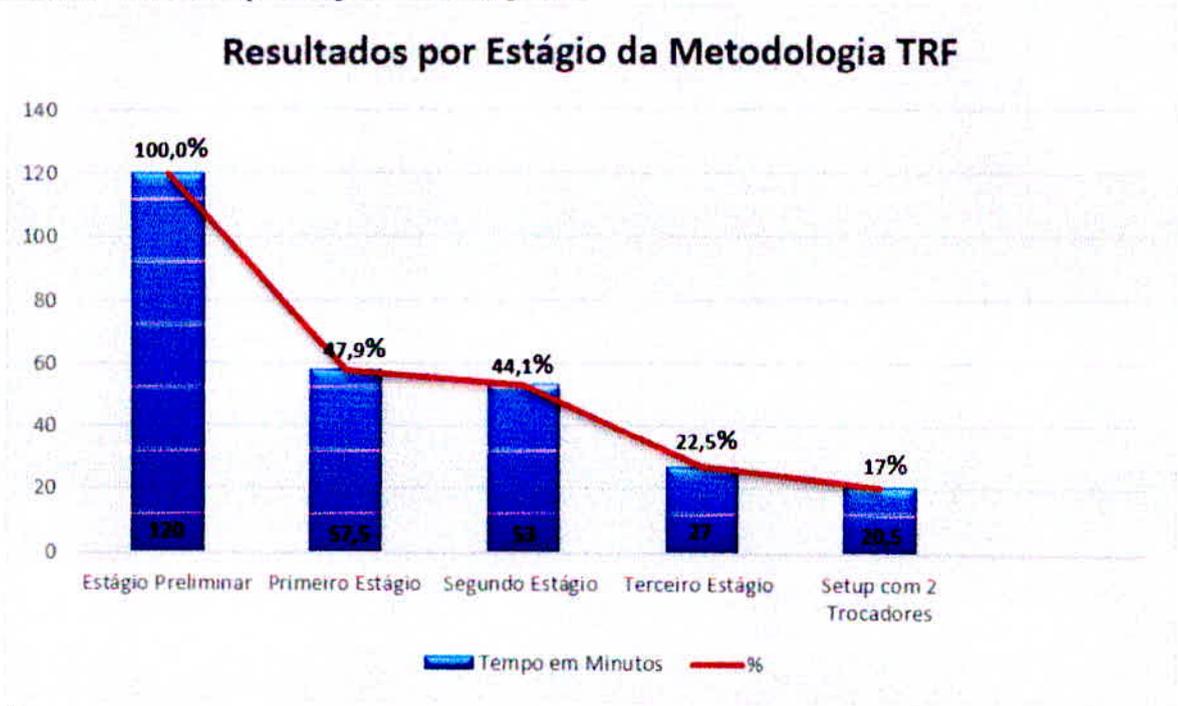
O molde é preso às placas móvel e fixa da máquina injetora através de dispositivos chamados de garras. Para realizar o aperto destes dispositivos eram necessários uma chave allen de 14 mm e um prolongador para efetuar a alavanca. Tal operação consumia cerca de 7 minutos do tempo de *setup* interno. A ideia de melhoria foi a aquisição de uma parafusadeira pneumática para efetuar o torque dos parafusos. Esta otimização eliminou o aperto manual, que provocava desgaste do ajustador, e reduziu o tempo da operação de 7 para 1,9 minutos, ou seja, uma redução de 72,4% do tempo inicial de aperto das garras.

Figura 16 – Parafusamento das Garras Antes e Depois



Fonte: o autor

Gráfico 3 – Resultados por Estágio da Metodologia TRF



Fonte: o autor

9 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Ao decorrer de cada etapa ficaram evidentes as oportunidades de melhoria no tempo de *setup*. Ao término do estágio preliminar foi construída uma planilha, com todas as operações realizadas passo-a-passo, com base no vídeo de *setup* que tinha duração de 120 minutos.

No primeiro estágio foram separados os tempos externos e internos e eliminados os desperdícios encontrados ao longo do *setup*. Ao término desta etapa, foram eliminados 52 minutos de desperdício, isto é, uma exclusão de 43,3% do tempo total de *setup*. Obtivemos também um total do tempo de *setup* externo de 10,5 minutos e um tempo de *setup* interno de 57,5 minutos, ou seja, uma redução de 52% do tempo de máquina parada.

No segundo estágio as operações divididas durante a etapa anterior, foram reavaliadas a fim de se encontrar possíveis erros cometidos. Após a conclusão da revisão foi criado um *Check List* e uma Instrução de Trabalho, com o intuito de auxiliar o ajustador no momento da troca. Ao término desta etapa foi realizado um *setup* utilizando-se dos documentos supracitados, onde foi obtido um tempo de 53 minutos.

Na terceira e última etapa foram implementadas as melhorias nas operações de *setup* interno e externo, a fim de se reduzir o tempo final da troca de molde. Através destas otimizações, juntamente com as melhorias executadas durante a primeira e segunda etapa, obteve-se um tempo de *setup* interno, ou seja, de máquina parada, de 27 minutos, reduzindo o total de 93 minutos, que equivalem a 77,5% de ganho de tempo de máquina.

Antes de concluir a implementação da metodologia TRF no molde X, foi realizado um experimento, onde dois ajustadores realizavam o *setup* simultaneamente em atividades paralelas. Neste caso alcançou-se um tempo de *setup* de 20,5 minutos, que representa uma redução de 82,9%, referente ao tempo de *setup* inicial.

Através do gráfico abaixo pode-se observar o progresso na redução do tempo de *setup* em cada etapa mencionada.

10 CONCLUSÃO

Através do presente estudo foi possível concluir que analisando inteiramente o processo, estudando-o e buscando alternativas é possível efetuar a redução do tempo *setup*.

O objetivo inicial do presente trabalho era atingir a meta estipulada pelo corpo gerencial da empresa de reduzir em 50% o tempo de *setup*, ou seja, realizar os *setup*'s do molde X em no máximo 60 minutos. Após a implementação de todos os estágios da metodologia TRF, foi alcançado uma redução de 77,5% do tempo inicial, ou seja, a metodologia utilizada reduziu o tempo de *setup* para 27 minutos.

Com a redução dos tempos de troca de molde, a fábrica adquire a possibilidade de operar com estoques reduzidos, fabricar diferentes peças na mesma máquina, produzir em pequenos lotes, aumenta a disponibilidade do equipamento e reduz o desperdício em mão de obra, liberando os ajustadores para se dedicarem em outras atividades na empresa.

Este estudo mostrou o quão importante é um grupo de trabalho multifuncional, dedicado, focado e engajado na filosofia de melhoria contínua, a fim de alcançar os objetivos traçados. Este também proporcionou um novo olhar para o processo, identificando desperdícios e enxergando possíveis melhorias.

Conforme supracitado a implementação da metodologia TRF reduziu o tempo para troca de moldes de 120 para 27 minutos. Contudo para que se alcançasse efetivamente o objetivo desta metodologia proposto por shingo que é a realização de *setup*'s em um dígito simples, ou seja, e menos de dez minutos, seria necessária utilização de recursos financeiros para aquisição de equipamentos que reduzissem ainda mais o tempo de *setup*. Portanto este seria o próximo passo para otimização dos estudos apresentados ao decorrer deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Natanel F. **Sistema Para Processo de Injeção de Plásticos**: Software de Suporte para Preparadores e Reguladores de Máquinas no Processo de Injeção de Plásticos. 109f. (Monografia. Faculdade de Tecnologia de Sorocaba) Sorocaba, 2012.
- CEFET-RS/UNED Sapucaia do Sul. **Introdução e Transformação de Termoplásticos**, 2004.
- GASTROW, Hans. **Injection Molds: 120 Proven Desingsns**. 4e. ed. USA: Hanser Gardner Publicantions, 2006.
- GHINATO, P. **Produção & Competitividade**: Aplicações e Inovações. Recife: Editora UFPE, 2000.
- HARADA, Júlio. **Moldes para Injeção de Termoplásticos**: Projetos e princípios básicos. São Paulo: Artliber, 2004.
- HARADA, Júlio. **Injeção de Termoplásticos**: Produtividade com qualidade. São Paulo: Artliber, 2012.
- LIKER, J. K.; MEIER, D. **O modelo Toyota - Manual de aplicação**: um guia prático para a implementação dos 4Ps da Toyota. Porto Alegre: Bookman, 2007.
- MARTINS, P.G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005
- OHNO, Taiichi. **O Sistema Toyota de Produção**: além da produção em larga escala. Trad. Cristina Schumacher. Porto Alegre: Artes Médicas. Bookman, 2006.
- OSADA, Takashi. **Housekeeping, 5S's Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke**: cinco pontos-chaves para o ambiente da Qualidade Total. São Paulo: Instituto IMAM, 1992.
- ROSATO, Dominick V.; ROSATO, Donald V.; ROSATO Marene G. **Injection Molding Handbook**. 3ª Ed. USA: Kluwer Academic Publishers, 2000.
- SILVA, João Martins. **O Ambiente da Qualidade na Prática**: 5S. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1996.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema de Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 1ª ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- SHINGO, Shigeo. **O Sistema de Toyota de Produção do Ponto de Vista da Engenharia de Produção**. 2ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas. Bookman, 2005.
- SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas**: uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SIGNIFICADOS. Significado de Setup. Disponível em:
<<http://www.significados.com.br/setup/>>. Acesso em: 30 set. 2015.

TARDIN, G. G. **O kanban e o nivelamento da produção**. 91 p. (Dissertação Mestrado. Universidade Estadual de Campinas) Campinas, 2001.

APÊNDICE A – Planilha de operações de Setup

PLANILHA DE OPERAÇÕES INTERNAS E EXTERNAS							
ITEM	OPERAÇÃO AJUSTADOR	TEMPO CORRIDO		TEMPO SEPARADO	SET UP		
		Min	Seg	Seg	INTERO	EXTERO	DESPERDICO
1	BUSCAR MOLDE NA FERRAMENTARIA	14	4	79		x	
2	CAMINHAR ATE A BANCADA E DISPOR A MASCARA DE ROBO NA BANCADA	14	8	4		x	
3	TRAZER BRAÇO DO ROBÔ PARA FORA DA MÁQUINA	14	20	12	x		
4	DESLIGAR CÂMARA QUENTE	14	23	3	x		
5	RECUAR O CILINDRO DE INJEÇÃO	14	30	7	x		
6	CAMINHAR ATÉ A DIVISÓRIA DE PAPELÃO	14	37	7		X	
7	PEGAR DIVISÓRIA E CAMINHAR ATÉ O MOLDE, DISPOR DIVISÓRIA NO PISO	14	46	9		X	
8	DESCER O MOLDE SOBRE A DIVISÓRIA	14	59	13		X	
9	RETIRAR O GANCHO DA PONTE DOS OLHAIS DO MOLDE	15	3	4		X	
10	RETIRAR OLHAL 1 DO MOLDE	15	11	8		X	
11	DISPOR OLHAL 1 NO GANCHO DA PONTE	15	13	2		X	
12	RETIRAR (DESROSCAR) OLHAL 2 NO GANCHO DA PONTE	15	21	8		X	
13	DISPOR OLHAL 2 NO GANCHO DO MOLDE	15	25	4		X	
14	SUBIR A PONTE	15	41	16		X	
15	MOVIMENTAR A PONTE ATÉ O CENTRO DA MÁQUINA INJETORA PROXIMO A CARENAGEM BRANCA	15	56	15		X	
16	ABERTURA DA PORTA FRONTAL	15	59	3	X		
17	TEMPO MORTO OBSERVANDO MOLDE	16	9	10			X
18	CAMINHAR PARA PEGAR PROTETIVO	16	12	3			X
19	APLICAR PROTETIVO NO MOLDE	16	45	33	X		
20	CAMINHAR E GUARDAR PROTETIVO	16	50	5			X
21	FECHAR O MOLDE	17	5	15	X		
22	ABRIR A PORTA	17	8	3	X		
23	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA PARA FECHAR A REFRIGERAÇÃO	17	20	12	X		
24	FECHAR A REFRIGERAÇÃO NO MANIFOLD	17	31	11	X		
25	CAMINHAR ATÉ A GELADEIRA	17	34	3	X		
26	DESLIGAR A GELADEIRA	17	35	1	X		
27	CAMINHAR PARA BUSCAR CARRINHO DE FERRAMENTAS	17	51	16		X	
28	PEGAR CARRINHO E CAMINHAR ATÉ A MÁQUINA	18	6	15		X	
29	APANHAR CANO ALAVANCA E CHAVE ALLEM NO CARRINHO DE FERAMENTAS	18	7	1		X	
30	CAMINHAR E DISPOR O CANO ALAVNCA E A CHAVE ALLEM SOBRE A BANCADA	18	12	5			X
31	FECHAR A PORTA FRONTAL	18	15	3	X		
32	ABRIR MOLDE	18	21	6	X		
33	ANDAR E OLHAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO (TEMPO MORTO)	18	23	2			X
34	ABRIR A PORTA FRONTAL	18	24	1	X		
35	ALTERAR PARAMETROS DE FECHAMENTO	18	33	9			X
36	AVANÇAR EXTRATOR	18	41	8			X
37	ABERTURA DA PORTA	18	44	3	X		
38	APANHAR CHAVE ALLEM E DESAPERTAR O PARAFUSO QUE PRENDE O VARÃO DE EXTRAÇÃO	19	50	6	X		
39	FECHAR PORTA FRONTAL	19	57	7	X		
40	RECUAR EXTRAÇÃO	20	3	6			X
41	FECHAR O MOLDE	20	13	10			X
42	ABRIR PORTA	20	15	2	X		
43	APANHAR CONTROLE DA PONTE	20	17	2	X		
44	DESCER A PONTE SOBRE O MOLDE DENTRO DA MÁQUINA	20	25	8	X		
45	RETIRAR OLHAL 1 DO GANCHO DA PONTE	20	26	1	X		
46	ROSQUEAR OLHAL 1 NO MOLDE	20	36	10	X		
47	RETIRAR O OLHAL 2 DO GANCHO	20	37	1	X		
48	ROSQUEAR OLHAL 2 NO MOLDE	20	47	10	X		

49	RETIRAR A TOMADA DA CÂMARA QUENTE	20	51	4	X		
50	ENCAIXAR 2 GANCHOS NA PONTE NOS 2 OLHAIS DO MOLDE	20	57	6	X		
51	ESTICAR A PONTE NO MOLDE	21	2	5	X		
52	CAMINHAR PARA DISPOR O CONTROLE DA PONTE SOBRE A MÁQUINA E RETORNAR ATÉ O MOLDE	21	6	4			X
53	DESCONECTAR 5 MANGUEIRAS DO MOLDE DO LADO FRONTAL DA MÁQUINA	21	21	15	X		
54	DESEMBARASSAR MANGUEIRA NO LADO FRONTAL DO MOLDE	21	23	2			X
55	CAMINHAR, PEGAR CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE A BANCADA	21	27	4	X		
56	DESAPERTAR 3 PARAFUSOS QUE PRENDEM O MOLDE A MÁQUINA	21	52	25	X		
57	CAMINHAR E DISPOR CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE A BANCADA E RETORNAR AO MOLDE	21	55	3			X
58	RETIRAR 3 GARRAS DE MOLDE DO LADO FRONTAL DA MÁQUINA	22	1	6	X		
59	CAMINHAR ATÉ A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	22	14	13	X		
60	ABRIR PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	22	15	1	X		
61	DISPOR CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE O AQUECEDOR	22	18	3	X		
62	RETIRAR 7 MANGUEIRAS DE REFRIGERAÇÃO DO MOLDE NA PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	22	45	27	X		
63	PEGAR CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE O AQUECEDOR E ENCAIXAR A CHAVE NO PARAFUSO	22	46	1	X		
64	DESAPERTAR 4 PARAFUSOS QUE PRENDEM O MOLDE A MÁQUINA NA PORTA POR TRÁS DA MÁQUINA	23	24	38	X		
65	DISPOR CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE O AQUECEDOR	23	27	3	X		
66	RETIRAR 4 GARRAS DO LADO TRASEIRO DA MÁQUINA E DISPOR 1 GARRA SOBRE A BASE DA MÁQUINA	23	57	30	X		
67	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	23	59	2	X		
68	CAMINHAR PARA PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	24	8	9	X		
69	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	24	11	3	X		
70	AJUSTAR PARAMETROS DE ABERTURA	24	18	7			X
71	ABRIR A PLACA MÓVEL DA MÁQUINA	24	27	9	X		
72	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	24	30	3	X		
73	DESROSCAR VARÃO 1	24	36	6	X		
74	DISPOR VARÃO 1 DENTRO DA MÁQUINA (FUNDO DA MÁQUINA)	24	38	2	X		
75	DESROSCAR VARÃO 2	24	45	7	X		
76	DISPOR VARÃO 2 NO FUNDO DA MÁQUINA	24	47	2	X		
77	VERIFICAR 2 PARAFUSOS QUE PRENDEM O VARÃO NO MOLDE	24	49	2	X		
78	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	24	52	3	X		
79	FECHAR PLACA MÓVEL PARA TRAVAR O MOLDE	25	2	10	X		
80	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	25	4	2	X		
81	PEGAR A CHAVE ALLEM E O CANO E POSICIONAR NO PARAFUSO DA QUARTA GARRA (LADO FRONTAL)	25	6	2	X		
82	DESAPERTAR 1 PARAFUSO QUE PRENDE O MOLDE A PARTE FITA DA MÁQUINA (LADO FRONTAL)	25	13	7	X		
83	RETIRAR 1 GARRA DE MOLDE (ÚLTIMA GARRA) PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	25	15	2	X		
84	CAMINHAR E DISPOR A CHAVE ALLEM E O CANO SOBRE A BASE DA MÁQUINA	25	18	3	X		
85	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	25	21	3	X		
86	PEGAR CONTROLE DA PONTE	25	26	5	X		
87	ABRIR MÁQUINA INJETORA	25	29	3	X		
88	TIRAR BUCHA DO MOLDE DO ANEL DE CENTRO DA INJETORA	25	35	6	X		
89	ABRIR PLACA MÓVEL NA INJETORA	25	37	2	X		
90	ABRIR PORTA FRONTAL NA INJETORA	25	40	3	X		
91	SUBIR MOLDE PARA RETIRAR DE DENTRO DA MÁQUINA INJETORA	25	58	18	X		
92	MOVIMENTAR MOLDE NA POSIÇÃO HORIZONTAL PARA FORA DA MÁQUINA INJETORA	26	16	18	X		
93	DESCER MOLDE AO LADO DA MÁQUINA INJETORA	26	51	35	X		
94	CAMINHAR ATÉ O MOLDE E DISPOR CONTROLE DA PONTE	26	52	1	X		
95	RETIRAR GANCHOS DA PONTE DOS OLHAIS DO MOLDE	26	58	6	X		
96	RETIRAR 2 OLHAUS DO MOLDE	27	6	8		X	
97	CAMINHAR ATÉ O MOLDE A SER COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	27	10	4	X		
98	ROSQUEAR 2 OLHAIS NO MOLDE A SER COLOCADO NA MÁQUINA	27	18	8		X	

99	CAMINHAR ATÉ O MOLDE RETIRADO DA MÁQUINA E PEGAR CONTROLE DA PONTE	27	21	3			X
100	CAMINHAR ATÉ O MOLDE QUE SERÁ COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	27	25	4			X
101	PEGAR 2 PEÇAS DA PRODUÇÃO ANTERIOR SOBRE O MOLDE QUE SERÁ COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	27	26	1		X	
102	CAMINHAR E DISPOR 2 PEÇAS DA PRODUÇÃO ANTERIOR SOBRE O CARRINHO DE FERRAMENTAS	27	29	3		X	
103	CAMINHAR ATÉ O MOLDE QUE SERÁ COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	27	31	2	X		
104	TRAZER A PONTE ATÉ O MOLDE QUE SERÁ COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	27	42	11	X		
105	ENCAIXAR 2 GANCHOS DA PONTE NOS 2 OLHAIS DO MOLDE	27	44	2	X		
106	(PONTE) SUBIR MOLDE A SER COLOCADO NA MÁQUINA INJETORA	28	26	22	X		
107	(PONTE) POSICIONAR MOLDE SOBRE A MÁQUINA NA POSIÇÃO HORIZONTAL	28	42	16	X		
108	FECHAR A PONTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	28	45	3	X		
109	ABRIR PLACA MÓVEL DA MÁQUINA INJETORA	28	50	5	X		
110	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	28	54	4	X		
111	(PONTE) POSICIONAR MOLDE NA POSIÇÃO VERTICAL DENTRO DA MÁQUINA INJETORA	29	18	24	X		
112	APROXIMAR MOLDE NA POSIÇÃO HORIZONTAL NO ANEL	29	29	11	X		
113	CENTRALIZAR BUCHA DO MOLDE NO ANEL DA MÁQUINA INJETORA	30	36	7			X
114	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	30	42	6	X		
115	FECHAR PLACA MÓVEL DA MÁQUINA INJETORA (PAROU PARA DAR INFORMAÇÃO AO OUTRO AJUSTADOR)	31	36	54			X
116	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	31	38	2	X		
117	OBSERVANDO A PLACA FIXA DA MÁQUINA (CENTRALIZANDO O MOLDE)	31	47	9	X		
118	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	31	50	3	X		
119	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	31	52	2	X		
120	OBSERVANDO A PLACA FIXA DA MÁQUINA (CENTRALIZANDO O MOLDE)	32	29	37	X		X
121	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	32	32	3	X		
122	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	32	37	5	X		
123	RETIRAR O CONTROLE DA PONTE DENTRO DA MÁQUINA E CAMINHAR PARA DISPOR NA BASE DA MESMA	32	42	5			X
124	POSICIONAR GARRA NÚMERO 01 NO MOLDE NA PLACA FIXA DA MÁQUINA INJETORA	32	44	2	X		
125	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 01	32	50	6	X		
126	POSICIONAR A GARRA NÚMERO 02 NO MOLDE NA PLACA FIXA	32	58	8	X		
127	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 02	32	59	1	X		
128	CAMINHAR PARA PEGAR A CHAVE ALLEN E O CANO SOBRE A BASE DA MÁQUINA INJETORA	33	3	4			X
129	POSICIONAR A CHAVE ALLEN E O CANO NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 01 (LADO OPOSTO)	33	5	2	X		
130	APERTAR O PARAFUSO COM A CHAVE ALLEN E O CANO GARRA NÚMERO 01	33	16	11	X		
131	POSICIONAR A CHAVE ALLEN E O CANO NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 02 (LADO OPOSTO)	33	19	3	X		
132	APERTAR O PARAFUSO COM A CHAVE ALLEN E O CANO GARRA	33	29	10	X		
133	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	33	41	12	X		
134	ABRIR PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	33	44	3	X		
135	DISPOR A CHAVE E O CANO SOBRE A MÁQUINA INJETORA	33	47	3	X		
136	POSICIONAR A GARRA NÚMERO 03 NO MOLDE NA PLACA FIXA NO LADO OPOSTO	33	50	3	X		
137	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 03	33	55	5	X		
138	APANHAR A GARRA NÚMERO 04 NA BASE DA MÁQUINA ADICIONAR A MESMA NO MOLDE (LADO OPOSTO)	34	1	6	X		X
139	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 04	34	8	7	X		
140	POSICIONAR A CHAVE ALLEN NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO	34	11	3	X		
141	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 04 COM A CHAVE ALLEN	34	14	3	X		
142	RETIRAR A CHAVE ALLEN DA GARRA NÚMERO 04 E ENCAIXAR NA GARRA NÚMERO 03	34	16	2	X		
143	APANHAR O CANO NA MÁQUINA INJETORA	34	19	3	X		
144	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 03 COM A CHAVE ALLEN	34	30	11	X		

145	RETIRAR A CHAVE ALLEN DA GARRA NÚMERO 03 E ENCAIXAR NA GARRA NÚMERO 04	34	35	5	X		
146	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO COM A CHAVE ALLEN E O CANO	34	47	12	X		
147	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	34	50	3	X		
148	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	35	1	11	X		
149	DISPOR CHAVE ALLEN E O CANO SOBRE O AQUECEDOR DA MÁQUINA INJETORA	35	3	2	X		
150	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	35	6	3	X		
151	LIGAR A BOMBA DA MÁQUINA INJETORA E TRAVAR MOLDE	35	16	10	X		
152	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	35	28	12			X
153	ABRIR E FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	35	33	5			X
154	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	35	44	11			X
155	LIGAR A BOMBA DA MÁQUINA INJETORA E ABRIR, RECUAR A PLACA MÓVEL	35	56	12	X		
156	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	35	59	3	X		
157	POSICIONAR A MANGUEIRA DE REFRIGERAÇÃO PARA BAIXO	36	4	5	X		
158	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	36	16	12	X		
159	ABRIR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	36	20	4	X		
160	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	37	49	89			X
161	ENCAIXAR A MANGUEIRA 1 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	37	52	3	X		
162	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	38	8	16			X
163	DESCONECTAR A MANGUEIRA DO MANIFOLD	38	11	3	X		
164	CONECTAR 2 MANGUEIRAS NO MANIFOLD	38	14	13	X		
165	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	38	29	15			X
166	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	38	41	12	X		
167	ENCAIXAR A MANGUEIRA 2 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	38	49	8	X		
168	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	39	2	13	X		
169	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	39	29	33			X
170	ENCAIXAR A MANGUEIRA 3 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	39	31	2	X		
171	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	39	51	20			X
172	DESCONECTAR A MANGUEIRA DO MANIFOLD	39	52	1	X		
173	DESEMBARAÇAR A MANGUEIRA	40	9	17			X
174	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	40	21	12	X		
175	ENCAIXAR A MANGUEIRA 4 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	40	31	10	X		
176	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	40	44	13	X		
177	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	40	57	13			X
178	CONECTAR 2 MANGUEIRAS NO MANIFOLD	41	1	4	X		
179	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	41	14	13			X
180	CONECTAR A MANGUEIRA 5 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	41	16	2	X		
181	DESEMBARAÇAR AS MANGUEIRAS	41	26	10			X
182	CONECTAR A MANGUEIRA 6 NO MOLDE (LADO OPOSTO)	41	28	2	X		
183	ARRUMAR A MANGUEIRA (LADO OPOSTO)	41	31	3	X		
184	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	41	33	2	X		
185	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	41	45	12	X		
186	LIGAR A BOMBA DA MÁQUINA INJETORA	41	50	5	X		
187	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	42	0	10	X		
188	ABRIR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	42	3	3	X		
189	DESEMBARAÇAR A MANGUEIRA	42	12	9			X
190	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	42	15	3	X		
191	CAMINHAR PARA A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	42	26	11	X		
192	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	42	28	2	X		
193	PROCURANDO O VARÃO DE EXTRAÇÃO	44	28	120			X
194	ENCAIXAR O VARÃO NA PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	44	38	10	X		
195	CAMINHAR ATÉ O MOLDE ANTERIOR RETIRADO DA MÁQUINA INJETORA	44	46	8			X
196	RETIRAR O PARAFUSO DO MOLDE RETIRADO DA MÁQUINA INJETORA	44	52	6			X
197	CAMINHAR ATÉ A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	44	58	6	X		
198	ROSQUEAR O PARAFUSO NO VARÃO EXTRATOR	45	6	8	X		
199	RETIRAR O VARÃO EXTRATOR DA PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	45	8	2			X
200	TROCAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	45	28	20			X

201	ROSQUEAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO NO MOLDE	45	51	23	X		
202	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	45	55	4	X		
203	AVANÇAR A PARTE MÓVEL DA MÁQUINA INJETORA PARA ENCAIXAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	46	19	24	X		
204	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	21	2	X		
205	AJUSTAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	46	25	4	X		
206	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	27	2	X		
207	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	29	2	X		
208	AJUSTAR VARÃO DE EXTRAÇÃO	46	31	2	X		
209	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	34	3	X		
210	AJUSTE DO AVANÇO DA PLACA EXTRATORA	46	40	6	X		
211	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	42	2	X		
212	AJUSTE DO VARÃO DE EXTRAÇÃO	46	48	6	X		
213	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	51	3	X		
214	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	53	2	X		
215	ARRUMAR A MANGUEIRA	46	54	1			X
216	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	46	56	2	X		
217	AVANÇAR A PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	47	19	23	X		
218	ABRIR A PORTA DA MÁQUINA INJETORA	47	22	3	X		
219	AJUSTAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	47	26	4	X		
220	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	47	29	3	X		
221	AVANÇAR A PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	47	34	5	X		
222	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	47	35	1	X		
223	AJUSTAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	47	40	5	X		
224	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	47	43	3	X		
225	OBSERVANDO O VARÃO DE EXTRAÇÃO	47	49	6			X
226	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	47	51	2	X		
227	AJUSTAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	47	55	4	X		
228	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	47	57	2	X		
229	AVANÇAR A PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	48	2	5	X		
230	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	48	4	2	X		
231	AJUSTAR O VARÃO DE EXTRAÇÃO	48	8	4	X		
232	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	48	10	2	X		
233	AVANÇAR A PLACA EXTRATORA DA MÁQUINA INJETORA	48	19	9	X		
234	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	48	21	2	X		
235	POSICIONAR A GARRA NÚMERO 05 NA PARTE MÓVEL (LADO OPOSTO)	48	29	8	X		
236	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 05	48	32	3	X		
237	POSICIONAR A GARRA 06 NA PARTE MÓVEL (LADO OPOSTO)	48	35	3	X		
238	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 06	48	39	4	X		
239	CAMINHAR PARA PEGAR A CHAVE ALLEN E O CANO NA BASE DA MÁQUINA	48	42	3			X
240	POSICIONAR A CHAVE ALLEN NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO	48	44	2	X		
241	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 06 COM A CHAVE ALLEN	48	59	15	X		
242	POSICIONAR A CHAVE ALLEN NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO	49	1	2	X		
243	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 05 COM A CHAVE ALLEN E O CANO	49	12	11	X		
244	CAMINHAR PARA A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	49	24	12	X		
245	ABRIR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA INJETORA	49	26	2	X		
246	DISPOR A CHAVE ALLEN E O CANO SOBRE O AQUECEDOR	49	28	2			X
247	POSICIONAR A GARRA NÚMERO 07 PARTE MÓVEL (LADO OPOSTO)	49	36	9	X		
248	MANUALMENTE APERTAR OS PARAFUSOS DA GARRA NÚMERO 07	49	39	3	X		
249	PEGAR A CHAVE ALLEN E O CANO SOBRE O AQUECEDOR E POSICIONAR NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 07	49	44	5	X		
250	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 07 COM A CHAVE ALLEN E O CANO	49	57	13	X		
251	POSICIONAR A GARRA NÚMERO 08 NA PARTE MÓVEL (LADO OPOSTO)	50	3	6	X		
252	MANUALMENTE APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 08	50	10	7	X		
253	PEGAR A CHAVE ALLEN E O CANO INJETORA E POSICIONAR NO PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 08	50	16	6			X
254	APERTAR O PARAFUSO DA GARRA NÚMERO 08 COM A CHAVE ALLEN	50	31	15	X		
255	COLOCAR O CANO E A CHAVE ALLEN DENTRO DA MÁQUINA (FUNDO)	50	34	3	X		

256	PASSAR O FIO DO SENSOR (MICRO DE PROTEÇÃO) DO EXTRATOR, SOBRE A COLUNA DA MÁQUINA	50	37	3			X
257	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	50	40	3	X		
258	CAMINHAR ATÉ A FRENTE DA MÁQUINA	50	53	13	X		
259	PEGAR O CONTROLE DA PONTE	50	56	3	X		
260	DESCER A PONTE (CORRENTE)	50	58	2	X		
261	DISPOR O CONTROLE DA PONTE SOBRE A BANCADA	51	1	3			X
262	SUBIR NA MÁQUINA	51	4	3	X		
263	RETIRAR 02 GANCHOS DA PONTE DOS OLHAIS	51	8	4	X		
264	DESROSCAR 2 OLHAIS DO MOLDE	51	17	9			X
265	DISPOR 02 OLHAIS NOS GANCHOS DA PONTE	51	21	4			X
266	LIGAR A TOMADA DA CÂMARA QUENTE	51	30	9	X		
267	DESCER DA MÁQUINA	51	32	2	X		
268	PEGAR O CONTROLE DA PONTE SOBRE A BANCADA	51	35	3			X
269	SUBIR A PONTE NA POSIÇÃO VERTICAL	51	40	5	X		
270	MOVIMENTAR A PONTE PARA FORA DA MÁQUINA	51	55	15			X
271	AFASTAR A PROTEÇÃO DO ROBÔ	51	59	4			X
272	CAMINHAR ATÉ A CÂMARA QUENTE	52	4	5	X		
273	LIGAR A CÂMARA QUENTE	52	5	1	X		
274	CAMINHAR ATÉ A MÁQUINA	52	7	2	X		
275	DESROSCAR O PARAFUSO DA TRAVA DE SEGURANÇA	52	16	9			X
276	ROSCAR O PARAFUSO NA TRAVA DE SEGURANÇA	52	29	13			X
277	DISPOR A CHAVE ALLEN NO BOLSO	52	33	4			X
278	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	52	35	2	X		
279	DAR TRAVAMENTO NO MOLDE	52	40	5	X		
280	CAMINHAR ATÉ A PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	52	48	8	X		
281	ABRIR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	52	51	3	X		
282	FECHAR A PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	52	53	2	X		
283	CAMINHAR ATÉ A PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	53	5	12	X		
284	ABRIR O MOLDE	53	20	15	X		
285	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	53	21	1	X		
286	DESENROSCAR MANGUEIRA DE REFRIGERAÇÃO	53	27	6			X
287	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA	53	30	3	X		
288	ABRIR MOLDE	53	36	6	X		
289	ABRIR PORTA DA MÁQUINA	53	37	1	X		
290	LIGAR MANGUEIRA DE REFRIGERAÇÃO GAVETA INFERIOR	53	49	12	X		
291	CAMINHAR ATÉ PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	54	2	13	X		
292	ABRIR PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA	54	5	3	X		
293	DESENROSCAR MANGUEIRA DE REFRIGERAÇÃO	54	18	13			X
294	LIGAR MANGUEIRA DE REFRIGERAÇÃO GAVETA INFERIOR	54	26	8	X		
295	FAZER LIGAÇÃO REFRIGERAÇÃO LADO OPOSTO AO OPERADOR	56	29	123	X		
296	CAMINHAR ATÉ PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	56	42	13	X		
297	LIGAR REFRIGERAÇÃO LADO OPERADOR	56	55	13	X		
298	CAMINHAR PARA PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	57	5	10	X		
299	FAZER LIGAÇÃO REFRIGERAÇÃO LADO OPOSTO AO OPERADOR	58	45	100	X		
300	CAMINHAR PARA PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	58	56	11	X		
301	FAZER LIGAÇÃO REFRIGERAÇÃO LADO DO OPERADOR	59	5	9	X		
302	CAMINHAR PARA PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	59	17	12	X		
303	DESEMBARAÇAR MANGUEIRAS	60	18	61			X
304	CAMINHAR ATÉ PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	60	31	13	X		
305	CAMINHAR ATÉ PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA	60	44	13	X		
306	DESEMBARAÇAR MANGUEIRAS	61	22	38			X
307	LIGAR MANGUEIRAS REFRIGERAÇÃO	61	39	17	X		
308	DESEMBARAÇAR MANGUEIRAS	62	53	74			X
309	LIGAR REFRIGERAÇÃO	63	5	12	X		
310	DESEMBARAÇAR MANGUEIRAS	63	13	8			X
311	LIGAR REFRIGERAÇÃO	63	30	17	X		
312	DESEMBARAÇAR MANGUEIRAS	63	49	19			X
313	LIGAR REFRIGERAÇÃO	64	25	36	X		

314	LIGAÇÃO MICRO PLACA EXTRATORA	64	46	21	X		
315	CAMINHAR PARA PARTE FRONTAL DA MÁQUINA	65	6	20	X		
316	DESLOCAR BANCADA	65	13	7	X		
317	CAMINHAR ATÉ O CONTROLE ROBÔ	65	15	2	X		
318	TIRAR LUVAS	65	17	2	X		
319	LIMPAR ÓCULOS	65	27	10			X
320	RETIRAR CONTROLE DO ROBO DO SUPORTE	65	30	3	X		
321	DESCER BRAÇO DO ROBO FORA DA MAQUINA	65	46	16	X		
322	PROCURAR FERRAMENTA	66	52	66			X
323	PUXAR PROGRAMA DO MOLDE	67	1	9	X		
324	DISPOR CONTROLE DO ROBO NO SUPORTE	67	6	5	X		
325	CAMINHAR PARA PEGAR FTI NA BANCADA	67	9	3	X		
326	PEGAR FTI	67	11	2	X		
327	CAMINHAR ATÉ PAINEL DA MAQUINA	67	13	2	X		
328	CONFERIR PARAMETROS DE INJEÇÃO	68	9	56	X		
329	CAMINHAR ATÉ PAINEL CAMARA QUENTE	68	11	2	X		
330	AJUSTAR TEMPERATURA CAMARA QUENTE	68	27	16	X		
331	CAMINHAR ATE BANCADA	68	31	4	X		
332	DISPOR FTI NO SUPORTE DA BANCA	68	34	3	X		
333	CAMINHAR ATE CONTROLE DO ROBO	68	37	3	X		
334	PEGAR CONTROLE DO ROBO	68	43	6	X		
335	REGULAR ABERTURA DO MOLDE	68	51	8	X		
336	DESCER BRAÇO DO ROBO	68	56	5	X		
337	DESPARAFUSAR MASCARA DO BRAÇO DO ROBO	69	13	17	X		
338	DESCONECTAR MANGUEIRA DA MASCARA DO ROBO	69	17	4	X		
339	CAMINHAR ATE BANCADA PARA DISPOR MASCARA DO ROBO	69	20	3	X		
340	DISPOR MASCARA DO ROBO SOBRE A BANCADA	69	25	5	X		
341	CAMINHAR ATE O CARRINHO DE FERRAMENTAS	69	28	3	X		
342	PROCURAR FERRAMENTA	69	35	7			X
343	CAMINHAR ATE A BANCADA E PEGAR MASCARA	69	38	3	X		
344	POSICIONAR MASCARA NO BRAÇO DO ROBO	69	40	2	X		
345	PARAFUSAR MASCARA NO BRAÇO DO ROBO	69	56	16			X
346	CAMINHAR PARA PEGAR CONTROLE DO ROBO	70	4	8			X
347	LIGAR MANGUEIRAS DA MASCARA DO ROBO	70	23	19	X		
348	TESTANDO SUCCÃO DAS VENTOSAS	70	32	9	X		
349	LIGAR MANGUEIRAS DA MASCARA DO ROBO	70	47	15	X		
350	TESTAR MOVIMENTOS DAS VENTOSAS	71	6	19	X		
351	CAMINHAR ATE A BANCADA	71	9	3	X		
352	DESCONECTAR MANGUEIRA DA OUTRA MASCARA	71	14	5			X
353	CONECTAR MANGUEIRA NA MASCARA QUE ESTA NO BRAÇO DO ROBO	71	23	9	X		
354	POSICIONAR BRAÇO DO ROBO SOBRE A MAQUINA	71	39	16	X		
355	CAMINHAR ATE A BANCADA E VOLTAR PARA O PAINEL DA MAQUINA	71	45	6	X		
356	OBSERVANDO MASCARA DO ROBO	72	6	21			X
357	CAMINHAR ATE PRATELEIRA DE MASCARAS	72	23	17			X
358	PROCURAR VENTOSA	72	59	36			X
359	CAMINHAR ATE A MAQUINA INJETORA	73	12	13			X
360	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	73	18	6	X		
361	GUARDAR CONTROLE DO ROBO NO SUPORTE	73	24	6	X		
362	FECHAR MOLDE	73	38	14	X		
363	VERIFICANDO EXTRAÇÃO	74	0	22	X		
364	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	74	2	2	X		
365	COLOCAR LUVAS	74	14	12			X
366	VERIFICAR MANGUEIRAS	74	23	9			X
367	COLOCAR "U" NO VARAO DE EXTRAÇÃO	74	30	7	X		
368	CAMINHAR ATE O CARRINHO DE FERRAMENTAS	74	38	8	X		
369	PROCURAR FERRAMENTA (MARTELO)	74	46	8			X
370	CAMINHAR ATE A MAQUINA INJETORA	74	49	3	X		
371	BATER "U" PARA ENCAIXAR NO ACOPLAMENTO DO VARAO	74	54	5	X		
372	CAMINHAR ATE O CARRINHO DE FERRAMENTAS	74	56	2	X		

373	PROCURAR FERRAMENTA	75	4	8				X
374	CAMINHAR ATE A MAQUINA INJETORA	75	5	1	X			
375	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	75	9	4	X			
376	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	75	18	9	X			
377	SUBIR NA MÁQUINA	75	24	6	X			
378	AJUSTAR VARÃO DE EXTRAÇÃO	75	32	8	X			
379	DESCER DA MÁQUINA	75	34	2	X			
380	CAMINHAR E PEGAR CANO	75	40	6				X
381	BATER COM CANO PARA ENCAIXAR "U" NO VARAO	75	46	6	X			
382	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	75	49	3	X			
383	(REGULAGEM) AVANÇAR, RECUAR EXTRAÇÃO, FECHAR MOLDE E ACERTAR PARAMETROS	76	16	27	X			
384	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	76	18	2	X			
385	AJUSTAR MICRO DA PLACA EXTRATORA	76	26	8	X			
386	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	76	29	3	X			
387	REGULAGEM DA EXTRAÇÃO	76	52	23	X			
388	REGULAGEM ABERTURA E FECHAMENTO DO MOLDE	77	4	12	X			
389	TIRAR LUVAS	77	8	4	X			
390	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	77	11	3	X			
391	REGULAGEM DO ROBO	78	23	72	X			
392	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA E DISPOR CONTROLE DO ROBO NO SUPORTE	78	27	4	X			
393	PURGAR MATERIAL DO CILINDRO	78	43	16	X			
394	SUBIR NA MÁQUINA	78	47	4	X			
395	LIMPAR O CILO DA MÁQUINA	79	54	67	X			
396	DESCER DA MÁQUINA	80	0	6	X			
397	CAMINHAR ATE O TAMBOR DE MATERIA PRIMA	80	7	7				X
398	DISPOR MANGUEIRA NO TAMBOR	80	13	6				X
399	CAMINHAR ATE PAINEL DA MÁQUINA	80	22	9				X
400	PEGAR FERRAMENTAS SOBRE A BANCADA E GUARDAR NO BOLSO	80	39	17				X
401	LIMPAR O CILINDRO DA MÁQUINA	82	36	117	X			
402	REGULAGEM AJUSTE DE PARAMETROS	82	43	7	X			
403	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	82	44	1	X			
404	OBSERVAR PARTE FIXA DO MOLDE	82	53	9				X
405	CAMINHAR ATE O CARRINHO DE FERRAMENTAS	82	59	6				X
406	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	83	2	3	X			
407	PEGAR DESMOLDANTE E ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	83	8	6	X			
408	APLICAR DESMOLDANTE	83	22	14	X			
409	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	83	25	3	X			
410	FECHAR DESMOLDANTE E DISPOR NO SUPORTE	83	28	3	X			
411	AJUSTAR TEMPERATURA CAMARA QUENTE	83	59	31	X			
412	AJUSTAR MICRO DE AVANÇO DO CILINDRO	84	3	4	X			
413	REGULAGEM DA MÁQUINA INJETORA (1ª PEÇA INJETADA)	85	30	87	X			
414	REGULAGEM DA MÁQUINA INJETORA	88	7	157	X			
415	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	88	10	3	X			
416	AJUSTE DO ROBO	92	0	230	X			
417	POSICIONAR PROTEÇÃO DO ROBO	92	28	28	X			
418	AJUSTE DO ROBO	92	46	18	X			
419	INJETANDO PEÇAS	93	51	65	X			
420	LIGAR DIPSPOSITIVO DE CRAVAR PE DE BORRACHA	94	32	41	X			
421	CAMINHAR ATE CARRINHO DE FERRAMENTAS	94	35	3	X			
422	PROCURAR MANGUEIRA DE "PU" PARA LIGAR DISPOSITIVO DE CRAVAMENTO	94	52	17				X
423	CAMINHAR ATE DISPOSITIVO DE CRAVAMENTO	94	58	6	X			
424	LIGAR PNEUMATICA DO DISPOSITIVO DE CRAVAMENTO	95	29	31	X			
425	GUARDAR CONTROLE DO ROBO NO SUPORTE	95	34	5	X			
426	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	95	38	4	X			
427	CAMINHAR ATE CARRINHO DE FERRAMENTAS	95	46	8	X			
428	POSICIONAR CARRINHO DE FERRAMENTAS AO LADO DA MAQUINA	95	55	9				X
429	CAMINHAR ATE A MAQUINA INJETORA	96	2	7	X			

430	INJETANDO PEÇAS	96	57	55	X		
431	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	96	59	2	X		
432	RETIRAR PEÇAS INJETADAS DENTRO DA MÁQUINA INJETORA	97	4	5	X		
433	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA E DISPOR PEÇAS INJETADAS NA CAIXA DE REFUGO	97	7	3	X		
434	INJETANDO PEÇAS	98	2	55	X		
435	AJUSTE ROBO	99	3	61	X		
436	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	99	5	2	X		
437	RETIRAR PEÇAS INJETADAS DENTRO DA MÁQUINA INJETORA E DISPOR SOBRE A BANCADA	99	25	20	X		
438	PEGAR PEÇAS SOBRE A PROTEÇÃO DO ROBO	99	34	9	X		
439	ARRUMAR TOMADA DO DISPOSITIVO	99	45	11			X
440	FECHAR PORTA DA MÁQUINA INJETORA	99	51	6	X		
441	INJETANDO PEÇAS	100	44	53	X		
442	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	100	46	2	X		
443	RETIRAR PEÇAS DENTRO DA MÁQUINA INJETORA	100	54	8	X		
444	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	100	57	3	X		
445	INJETANDO PEÇAS	101	53	56	X		
446	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	101	57	4	X		
447	AJUSTE DO ROBO	102	20	23	X		
448	RETIRAR PEÇAS DENTRO DA MÁQUINA INJETORA	102	29	9	X		
449	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	102	32	3	X		
450	INJETANDO PEÇAS	103	25	53	X		
451	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	103	28	3	X		
452	PEGAR CONTROLE DO ROBO NO SUPORTE E SOLTAR	103	32	4	X		
453	RETIRAR PEÇAS DO MOLDE E DISPOR SOBRE A PROTEÇÃO DO ROBO	103	41	9	X		
454	AJUSTE ROBO	104	13	32	X		
455	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	104	17	4	X		
456	INJETANDO PEÇAS	105	10	53	X		
457	AVANÇANDO EXTRAÇÃO (REGULAGEM MANUAL)	105	27	17	X		
458	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	105	29	2	X		
459	ARRUMAR PEÇAS NO MOLDE	105	33	4	X		
460	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	105	35	2	X		
461	REGULAR AVANÇO DA EXTRAÇÃO	105	37	2	X		
462	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	105	39	2	X		
463	ARRUMAR PEÇAS NO MOLDE	105	45	6	X		
464	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	105	47	2	X		
465	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	105	49	2	X		
466	ARRUMAR PEÇAS NO MOLDE	105	53	4	X		
467	AJUSTE ROBO	107	44	111	X		
468	RETIRAR PEÇAS DO MOLDE E DISPOR SOBRE A PROTEÇÃO DO ROBO	107	50	6	X		
469	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	107	53	3	X		
470	INJETANDO PEÇAS	108	51	58	X		
471	ABRIR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	108	53	2	X		
472	AJUSTE ROBO	109	45	52	X		
473	RETIRAR PEÇAS DO MOLDE E DISPOR SOBRE A PROTEÇÃO DO ROBO	109	54	9	X		
474	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA INJETORA	109	56	2	X		
475	INJETANDO PEÇAS PARA LIBERAÇÃO DA QUALIDADE	110	20	24	X		
476	PEÇAS APROVADAS PELO INSPETOR DE QUALIDADE PARA PRODUIZIR	111	6	46	X		
477	MÁQUINA PARADA AGUARDANDO AJUSTADOR	134	39	1445			X
		TOTAL (Seg)		7223			
		TOTAL (Min)		120,4			
		TOTAL (Hr)		2,0			

APENDICE B – Check List de Setup

CHECK-LIST DE SET-UP						DATA			
TURNO	MAQUINA	DESCRIÇÃO DO PRODUTO:	CÓDIGO DO PRODUTO:			HORA INICIO PRÉ-SET-UP	HORA TÉRMINO PRÉ-SET-UP		
						HORA INICIO SET-UP	HORA TÉRMINO SET-UP		
Nº	ITENS A VERIFICAR				Resp.	OK	N OK	N AP	OBSERVAÇÕES
1	PREPARAÇÃO EXTERNA DO MOLDE E MATÉRIA PRIMA								
1.1	Matéria-prima disponível (estufada)				Abastecedor				
1.2	Tempo e Temperatura de estufagem estão de acordo com especificado				Abastecedor				Hora de inicio estufagem () Temperatura de estufagem ()
1.3	Tambor de matéria prima limpo e com a matéria prima a ser utilizada disponibilizada no mesmo				Abastecedor				
1.4	Componente, embalagem (saco plástico) estão disponibilizados na máquina				Abastecedor				
1.5	Protetivo e desmoldante encontram-se disponíveis em maquina.				Abastecedor				
1.6	Molde disponibilizado ao lado da Máquina Injetora				Ajustador				
1.7	Olhais para içamento do molde disponibilizado no molde que irá entrar e no molde que irá sair				Ajustador				
1.8	Verificar micros, engates, tomadas				Ajustador				
1.9	Mascara do robo esta diponivel ao lado da Máquina Injetora				Ajustador				
1.10	O carrinho de ferramentas está posicionado ao lado da máquina com as ferramentas necessárias para realizar o set-up				Ajustador				
1.11	O molde possui câmara quente				Ajustador				
1.12	Sistema de extração () acoplado ou () batedor				Ajustador				
1.13	Varão Extrator adequado para o molde disponibilizado na máquina				Ajustador				
1.14	Verificar se a quantidade de mangueiras para refrigeração do molde que esta em máquina é suficiente para o molde que irá entrar				Ajustador				
1.15	Dispositivo para purga quando do uso do bico valvulado esta disponivel ao lado da máquina injetora				Ajustador				
1.16	Separar quantidade de mangueiras suficiente para fazer a refrigeração do molde				Ajustador				
1.17	Fechar a refrigeração na ultima injeção do produto que esta em máquina				Ajustador				
1.18	Verificar se o bico da máquina injetora encontra-se em bom estado.				Ajustador				
1.19	Programar quando necessário temperatura da camara quente de inicio de produção da peça seguinte que será injetada				Ajustador				
1.20	Disponibilizar ao lado da máquina pallet para dispor molde que ira sair, após o término do setup levar o mesmo para ferramentaria				Ajustador				
2.0	PREPARAÇÃO EXTERNA DA MÁQUINA								
2.1	Possui comando de macho ou extrações pneumáticas, painel de câmara quente (esta atuando).				Ajustador				
2.2	Dispositivo de solda/ Montagem/ Maq. de Gravação/ Dispositivo de Conformação estão funcionando ao lado da máquina.				Ajustador				

3.0		INSUMOS				
3.1	Material de limpeza está disponível ao lado da Máquina Injetora	Abastecedor				

APENDICE C – Instrução de Trabalho para Troca de Molde

INSTRUÇÃO DE TRABALHO PARA TROCA DE MOLDE	
SETUP DO AJUSTADOR (RETIRADA DO MOLDE)	
ITEM	OPERAÇÃO AJUSTADOR
1	FECHAR REGISTRO DE ÁGUA (ULTIMA PEÇA INJETADA)
2	PROGRAMAR TEMPERATURA DO CANHÃO REFERENTE AO MOLDE QUE IRÁ ENTRAR
3	DESLIGAR CÂMARA QUENTE
4	REGISTRAR PARADA PARA SET UP NO EGA
5	REALIZAR LIMPEZA DO CILINDRO COM AGENTE DE PURGA (QUANDO NECESSÁRIO)
6	MOVIMENTAR BRACO DO ROBO PRA FORA DA MAQUINA (QUANDO NECESSÁRIO)
7	ABRIR PORTA FRONTAL
8	APANHAR PROTETIVO E APLICAR NO MOLDE
9	FECHAR PORTA FRONTAL
10	FECHAR O MOLDE
11	ABRIR PORTA FRONTAL
12	SUBIR NA MÁQUINA
13	DESCONECTAR TOMADA DA CAMARA QUENTE
14	COLOCAR OLHAL NO MOLDE A SER RETIRADO
15	MOVIMENTAR A PONTE NO SENTIDO VERTICAL PARA BAIXO E ENCAIXAR GANCHO NO OLHAL DO MOLDE
16	DESCER DA MÁQUINA
17	DESCONECTAR AS MANGUEIRAS DO MOLDE DO LADO DO OPERADOR
18	COLOCAR TRAVA DE SEGURANÇA
19	APANHAR PARAFUSADEIRA OU FERRAMENTAS, SOLTAR E AFASTAR 02 GARRAS LADO MOVEL E 1 GARRA LADO FIXO
20	CAMINHAR À PARTE TRASEIRA DA MAQUINA
21	ABRIR PORTA TRASEIRA
22	DESCONECTAR AS MANGUEIRAS DO MOLDE E MANIFOLD LADO OPOSTO AO OPERADOR E DISPOR NA CAIXA
23	SE HOUVER MICRO DE EXTRAÇÃO DESCONECTA-LO E CONECTAR O JUMPER
24	APANHAR PARAFUSADEIRA OU FERRAMENTAS, SOLTAR E AFASTAR 04 (TODAS) GARRAS LADO OPOSTO AO OPERADOR
25	DISPOR PARAFUSADEIRA NA BASE DA MAQUINA OU FERRAMENTAS NO SUPORTE DENTRO DA MÁQUINA
26	FECHAR PORTA TRASEIRA
27	CAMINHAR À PARTE FRONTAL DA MAQUINA
28	RETIRAR O "U" DO ACOPLAMENTO (QUANDO NECESSÁRIO VIDE INFORMAÇÕES NO FINAL DA PÁGINA).
29	FECHAR PORTA FRONTAL
30	ABRIR PLACA MÓVEL
31	RETIRAR VARÃO DE EXTRAÇÃO
32	FECHAR A PORTA FRONTAL DA MAQUINA
33	FECHAR PLACA MOVEL
34	ABRIR PORTA FRONTAL
35	APANHAR PARAFUSADEIRA OU FERRAMENTAS, SOLTAR E AFASTAR 01 (ULTIMA) GARRA PARTE FIXA LADO DO OPERADOR
36	FECHAR PORTA FRONTAL
37	CONFERIR O ESTIRAMENTO DA CORRENTE DA PONTE FIXADA NO MOLDE
38	ABRIR A PLACA MOVEL DA MAQUINA
39	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO VERTICAL PARA CIMA
40	PUXAR O PROGRAMA DA MAQUINA DO ITEM QUE IRA ENTRAR (CONFERIR FICHA TECNICA)
41	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO HORIZONTAL
42	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO VERTICAL E DISPOR MOLDE SOBRE O PALLET AO LADO DA MAQUINA
43	SOLTAR GANCHOS DA PONTE DOS OLHAIS DO MOLDE

OBS.: Referente ao item 28 somente é necessário a retirada do "U" quando o sistema de extração for central sendo Batedor ou Acoplado.

SETUP 01 AJUSTADOR (ENTRADA DO MOLDE)

44	ENCAIXAR GANCHOS DA PONTE NOS OLHAIS DO MOLDE QUE IRA ENTRAR EM MAQUINA
45	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO VERTICAL PARA CIMA
46	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO HORIZONTAL SOBRE A MAQUINA
47	MOVIMENTAR A PONTE NA POSICAO VERTICAL PARA BAIXO PARA DISPOR O MOLDE NA REGIAO DE ABERTURA DA MAQUINA
48	CENTRALIZAR O MOLDE
49	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA
50	AJUSTAR ALTURA DO MOLDE
51	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MAQUINA
52	POSICIONAR E FIXAR 2 GARRAS NO LADO FIXO DA MAQUINA LADO OPERADOR
53	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA
55	ABRIR PLACA MÓVEL
56	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MAQUINA
57	PEGAR E ROSQUEAR O VARAO DE EXTRACAO NA PLACA DO MOLDE PARTE MÓVEL
58	FECHAR PORTA FRONTAL DA MÁQUINA
59	FECHAR PLACA MÓVEL
60	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MAQUINA
61	POSICIONAR E FIXAR O "U" NO VARÃO DE EXTRAÇÃO
62	POSICIONAR E FIXAR 2 GARRAS NO LADO MOVEL DA MAQUINA LADO OPERADOR
63	CAMINHAR ATÉ PARTE TRASEIRA DA MÁQUINA
64	ABRIR PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA
65	POSICIONAR E FIXAR TODAS AS GARRAS DO LADO OPOSTO AO OPERADOR
66	FECHAR PORTA TRASEIRA
67	CAMINHAR PARA FRONTAL DA MÁQUINA
68	SUBIR NA MÁQUINA
69	CONECTAR CABO DA CAMARA QUENTE
70	BAIXAR O CABO DA PONTE NA POSIÇÃO VERTICAL
71	SOLTAR GANCHOS DA PONTE DOS OLHAIS DO MOLDE
72	DESCER DA MÁQUINA
73	SOLTAR TRAVA DE SEGURANÇA
74	RETIRAR PONTE ROLANTE DE SOBRE A MAQUINA
75	AJUSTAR TEMPERATURA DA CAMARA QUENTE
76	FECHAR PORTA FRONTAL DA MAQUINA
77	ABRIR O MOLDE
78	ABRIR A PORTA FRONTAL DA MAQUINA
79	CONECTAR MANGUEIRAS (SOMENTE AS ENTRADAS DA REFRIGERAÇÃO DO MOLDE DO LADO DO OPERADOR)
80	CAMINHAR ATE PARTE TRASEIRA DA MAQUINA
81	ABRIR PORTA TRASEIRA DA MÁQUINA
82	CONECTAR MANGUEIRAS DE ENTRADA DO MOLDE DO LADO DO OPERADOR NO MANIFOLD DA MÁQUINA
83	CAMINHAR ATÉ PARTE FRONTAL DA MÁQUINA
84	CONECTAR MANGUEIRAS (SOMENTE AS SAIDAS DA REFRIGERAÇÃO DO MOLDE)
85	CAMINHAR ATE PARTE TRASEIRA DA MAQUINA
86	CONECTAR MANGUEIRAS DE ENTRADA E SAIDA DA REFRIGERAÇÃO DO MOLDE NO MANIFOLD DA MÁQUINA
87	LIGAR MICRO DE EXTRACAO
88	FECHAR PORTA TRASEIRA
89	ABRIR REFRIGERAÇÃO
90	CAMINHAR PARA PARTE FRONTAL DA MAQUINA
91	CONFERIR EXTRAÇÃO (AVANÇO E RECUO)
92	PUXAR O PROGRAMA DO ROBO DO ITEM QUE IRA ENTRAR EM MÁQUINA
93	REGULAGEM DO ROBO
94	LIMPAR MOLDE (RETIRAR PROTETIVO)
95	INJETAR PECAS
96	LIBERACAO DA QUALIDADE

OBS.: Referente ao item 28 somente é necessário a retirada do "U" quando o sistema de extração for central sendo Batedor ou Acoplado.