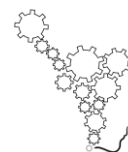




www.relainep.ufpr.br



SMED APPLICATION TO REDUCE SET UP TIME ON A PLASTIC INJECTION MACHINE

APLICAÇÃO DO SMED PARA REDUÇÃO DO TEMPO DE SET UP EM UMA MÁQUINA INJETORA DE PLÁSTICOS

Everton Luiz Vieira ^{1✉}, Claudio Luis Cambruzzi²

¹PUC - Pontifícia Universidade Católica do Paraná

²Unisep - União de Ensino do Sudoeste do Paraná

✉ vieiraeverton@gmail.com

Recebido: 27 abril 2020 / Aceito: 02 junho 2020 / Publicado: 08 julho 2020

ABSTRACT

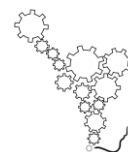
This work presents a case study on the application of the Quick Tool Change Tool (TRF) in the plastic injection process of an industry in the state of Santa Catarina. The objective of this work is to propose the application of the TRF methodology to reduce the set up time, during the exchange of molds in an injector, analyzing the activities of the company's set up process, problems were observed during its execution, it was possible to identify and map the types of internal and external set ups, which resulted in the reduction of equipment preparation times using the method of Shingo (1985), a new set up process was developed and standardized for the exchange of molds in an injector, which made it possible to reduce the machine preparation time by around 70%.

Keywords: Quick tool change, Production waste, Quick set up, SMED, plastic injection.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso sobre a aplicação da ferramenta Troca Rápida de Ferramentas (TRF) no processo de injeção de plástico de uma indústria no estado de Santa Catarina. O objetivo desse trabalho é propor a aplicação da metodologia TRF para a redução do tempo de *set up*, durante a troca de moldes em uma injetora, analisando as atividades do processo de *set up* da empresa, foram observados problemas durante sua execução, foi possível identificar e mapear os tipos de *set ups* internos e externos, o que resultou na diminuição dos tempos de preparação dos equipamentos utilizando o método de Shingo (1985), foi elaborado e padronizado um novo processo de *set up* para a realização da troca de moldes em uma injetora, o que possibilitou a redução de cerca de 70% no tempo de preparação das máquinas.

Palavras-chave: Troca rápida de ferramentas; Desperdícios da produção; *Set up* rápido; *SMED*; injeção plástico.



1 INTRODUÇÃO

O Sistema Toyota de Produção (STP) busca principalmente a redução de desperdícios e melhoria da eficiência dos sistemas produtivos, esse pensamento enxuto deu origem ao *Lean Manufacturing* e ao *Just in time* (estoques mínimos), bem como técnicas como a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*), também conhecida como TRF (Troca Rápida de Ferramentas) elaborada por Shingo (1985), a qual percebeu-se sua importância desde então.

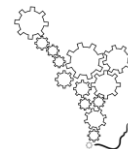
Para ter uma troca rápida de ferramentas, Shingo (2000), revela que é preciso descobrir porque as coisas são feitas para poder melhorar o método como elas são feitas. De tal forma, cabe à empresa analisar como ocorrem os processos de *set up*, enxergar os desperdícios, propor soluções e melhorias que possam reduzir o tempo de preparação das máquinas e equipamentos, iniciando um processo contínuo de melhorias, começando pela utilização da ferramenta SMED, com foco na eliminação de desperdícios.

Este trabalho teve como objetivo o estudo de caso da ferramenta TRF aplicado em uma empresa de injeção de plástico, que possibilitou analisar as operações de *set up* realizadas em um equipamento de uma empresa especializada na fabricação de peças plásticas para a linha automotiva. A empresa estudada demonstrou um elevado tempo desperdiçado no início da produção de um lote de um produto, o que demanda a troca do molde que está na máquina pelo molde do produto a ser injetado em seguida. Esse desperdício se dá pelas movimentações desnecessárias executadas procurando as ferramentas, decidindo qual atividade realizar, procurando materiais, movendo equipamento e transportando moldes.

2 MÉTODO

A metodologia de pesquisa utilizada na condução deste trabalho foi o estudo de caso que, segundo Yin (2015) consiste em buscar de forma empírica determinado acontecimento, estando esse inserido em um contexto real e tangível, com seus limites contextuais bem definidos

De acordo com Miguel (2007), um estudo de caso tem a função de concretizar experimentalmente determinado embasamento teórico e científico, a fim de observar sua validade. Assim, se esse método de pesquisa deve ser pautado nas fases descritas no quadro 1.



QUADRO 1: FASES DO ESTUDO DE CASO

Etapa	Abordagem
Planejamento do caso	É nessa fase que são definidos o local de análise, bem como os objetivos do projeto e os procedimentos serem efetuados.
Teste piloto	Apesar de não ser realizado na maioria dos estudos de caso, é uma prática importante, uma vez que permite aprimorar os procedimentos
Coleta de dados	Os dados observados devem ser coletados de forma organizada e responsável, de maneira que o coletor e/ou desenvolvedor do projeto não altere dados e conseqüentemente provoque mudanças consideráveis nos resultados
Análise de dados	Nessa etapa os dados devem ser analisados minuciosamente, a fim de averiguar o que é realmente necessário e que representa ligação com os objetivos, para enfim retirar as conclusões
Geração do relatório	Na última fase, todas as fases citadas anteriormente devem ser redigidas em um documento, sintetizando o andamento e desenvolvimento da pesquisa.

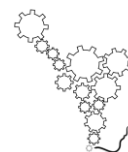
Fonte: Adaptado de Miguel (2007)

Ventura (2007) afirma que os estudos de casos garantem maior flexibilidade, uma vez que permitem construir hipóteses e reformular a problemática, garantindo assim vantagens como estímulo de novas descobertas e a percepção de relações entre os procedimentos e resultados.

Para a redução dos tempos de set up, a metodologia utilizada foi adaptada a partir das etapas indicadas por Shingo (1985), que contempla quatro estágios: estágio preliminar (estágio 0); separar TPI - tempo de preparação interna e TPE - tempo de preparação externa (estágio 1); converter TPI em TPE (estágio 2); e simplificar os passos das TPI (estágio 3).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção, são apresentados os conceitos sobre o Sistema de Troca Rápida de Ferramentas e suas etapas.

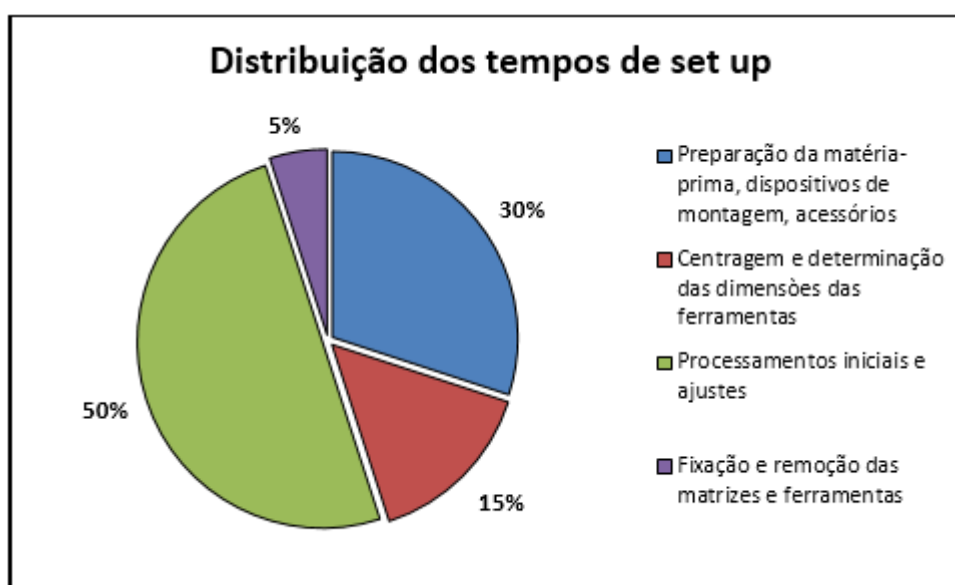


2.1 SISTEMA DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF)

A metodologia de Troca Rápida de Ferramentas, ou SMED (*Single Minute Exchange of Die*), foi desenvolvida por Shigeo Shingo e difundiu-se amplamente a partir da década de 1970. (SATOLO; CALARGE, 2008).

Segundo Tubino (2007), ao estudar as prensas da *Toyota*, Shingo classificou em quatro grupos as atividades desenvolvidas durante o *set up*, como demonstra a Figura 01.

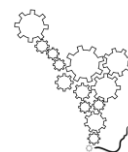
FIGURA 01 - DISTRIBUIÇÃO DOS TEMPOS DAS FUNÇÕES DURANTE OS SET UPS.



Fonte: Adaptado de Shingo (2005); Tubino (2007)

Como mostra a figura 01, somente 5% do tempo de *set up* é gasto na fixação e remoção das matrizes. Com isso Shingo percebeu que o restante poderia ser reduzido ou até eliminado, desde que visto sob essa ótica. A partir disso, Shingo realizou um trabalho em que os *set ups* das prensas na *Toyota* foram reduzidos de 120 minutos para 03 minutos. Essa análise culminou no desenvolvimento da metodologia *SMED*, ou seja, troca de ferramentas em menos de 10 minutos, lançada em seu livro em 1985, *A Revolution in Manufacturing: The S.M.E.D system*. (TUBINO, 2007).

Para Shingo, TRF pode ser a mínima quantidade de tempo necessário para mudar de um tipo de atividade a outro, considerando a última peça conforme em um lote anterior até a primeira peça conforme do lote seguinte. (SHINGO, 1985), também destaca que “o tempo de



preparação de máquinas deve ser completado em, no máximo, 09 minutos e 59 segundos”. (SHINGO, 2000, p. 6).

O tempo de troca e ajustes das ferramentas, moldes ou matrizes é denominado tempo de *set up*. Shingo define *set up* como o tempo gasto na preparação de máquinas, desde a última peça “boa” de um lote até a primeira peça “boa” do outro lote, ou seja, é o tempo em que o equipamento fica parado para a substituição das matrizes, moldes, ferramentas, etc. Shingo afirma que “Todo o tempo de *set up* que exceder a um dígito de minuto é um desperdício.” (SHINGO, 1985).

A definição do *set up* para Moura (1996), consiste em: “Todas as tarefas necessárias desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que, dentro do coeficiente normal de produtividade, se tenha feito a primeira peça do lote posterior.”

Observa-se com a análise de várias definições de *set up*, que os autores convergem a respeito de que, *set up* consiste no tempo de preparação e ajuste de ferramentas, moldes, matrizes ou equipamentos. Ao mesmo tempo que troca rápida de ferramentas significa reduzir ao máximo o tempo de *set up*.

Um bom exemplo de TRF segundo Tubino (2007), é o que ocorre nas corridas de Fórmula 1, onde se compararmos uma troca de pneu realizada por qualquer um de nós no dia a dia, que leva em torno de 10 minutos (600 segundos), nos boxes é realizada em 4 segundos ou menos.

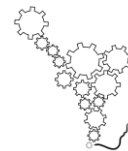
Para que se possa reduzir o tempo dos ajustes, Shingo (2000), explica que as operações de *set up* dividem-se em dois tipos, sendo:

- *Set up* interno (TPI – Tempo de Preparação Interno), o qual se refere às operações que somente podem ser realizadas quando a máquina estiver parada.

- *Set up* externo (TPE – Tempo de Preparação Externo), se refere às operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento.

Tubino (2007), classifica ainda uma terceira categoria, que seriam as atividades desnecessárias, executadas sem relação com o *set up*.

Segundo Fagundes e Fogliatto (2003), os estágios da TRF têm como ênfase e abordagem a distinção entre as atividades de TPI e TPE, tendo os seguintes como principais:



- Estágio 00: Não distinção entre TPE e TPI. Nesse estágio ocorre um registro para avaliação da situação atual, tendo como técnica mais utilizada a filmagem de todo o processo de *set up*, iniciando na fabricação da última peça do lote anterior e finalizando quando a primeira peça em conformidade for obtida no lote posterior. (SHINGO, 1985; MOURA, 1996; McINTOSH *et al.*, 2000).

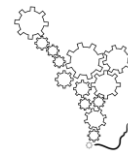
Segundo Shingo (2000), as principais perdas nas operações de *set up* tradicionais são: quando a máquina é desligada para que seja realizado o transporte do lote produzido para o estoque ou para a retirada da matéria prima do estoque para produzir o lote seguinte, pois com a máquina parada perde-se um tempo valioso; alguma peça defeituosa é descoberta apenas após a montagem, ou quando os componentes são disponibilizados somente após o início do *set up* interno. Isso faz com que se tenha que se desmontar e montar novamente os componentes. Transportar os componentes que não são necessários enquanto a máquina está parada; quando parafusos não são encontrados, arruelas e porcas não são compatíveis ou uma guia não é precisa o suficiente e não foi reparada.

Outro problema é a questão de gerentes e engenheiros delegarem a responsabilidade das tarefas de redução de *set up* aos trabalhadores. Isso segundo Shingo (2000), explica uma das principais razões pelas quais, até pouco tempo atrás, não haviam grandes progressos nas melhorias de *set up*.

- Estágio 01: Separação de TPI e TPE. Diversos autores consideram o estágio mais importante, pois determina-se através da averiguação da filmagem, a classificação das operações envolvidas no processo de *set up* em TPI e TPE. (SHINGO, 1985; MOURA, 1996; McINTOSH, *et al.*, 2000; CALARGE & CALADO, 2003; FAGUNDES & FOGLIATTO, 2003).

- Estágio 02: Conversão de TPI em TPE. Aqui são reexaminadas as operações para garantir que nenhuma foi classificada na etapa anterior como TPI. Só então analisa-se a possibilidade de converter uma atual TPI em TPE. Inicialmente não se diminui o tempo de execução com essa conversão, pois a prioridade é diminuir o tempo total de *set up* verificado. (SHINGO, 1985; MOURA, 1996; SATOLO; CALARGE, 2008).

- Estágio 03: Racionalização ampliada no processo de *set up*. A intenção nesse estágio é realizar uma análise detalhada, com intuito de reduzir ou eliminar algum elemento da operação. São indicadas para implementação nesse estágio as técnicas como a padronização das



funções, utilização de dispositivos intermediários, adoção de operações em paralelo e mecanização. (SHINGO, 1985; MOURA, 1996; BLACK, 1998; SATOLO; CALARGE, 2008).

Portanto, resumindo a metodologia, o estágio zero remete ao registro para análise da situação atual do *set up*. No primeiro estágio classifica-se as operações em TPI e TPE. No próximo estágio verifica-se a possibilidade de transformar operações internas em externas, ou seja, transformar TPI em TPE. Por fim, no terceiro passo, racionaliza-se os aspectos da operação de *set up*, com intuito de eliminar ajustes, padronizando métodos de fixação, onde para isso realiza-se pesquisas específicas de acordo com a necessidade.

3 RESULTADOS

3.1 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

A empresa estudada para a utilização da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas foi uma indústria de injeção de plásticos, situada na cidade de Joinville, no estado de Santa Catarina. A empresa fabrica peças plásticas através do processo de injeção de polímeros. Fundada em 2013, possui uma planta de 450m², onde trabalham cinco colaboradores.

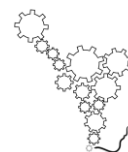
Dentre as peças produzidas na empresa, as principais são direcionadas à linha automotiva como caixas para alarme, caixas para sirene, moldura para alto-falantes, molduras para painéis entre outros.

Para a produção a empresa conta com quatro máquinas injetoras, com força de fechamento de 35 até 168 toneladas. A máquina alvo desse estudo é uma Sulpol HDX 128, ano 2009, a qual possui uma força de fechamento de 128 toneladas e pode ser observada na Figura 04.

FIGURA 04: INJETORA SULPOL



Fonte: Dados da pesquisa (2019)



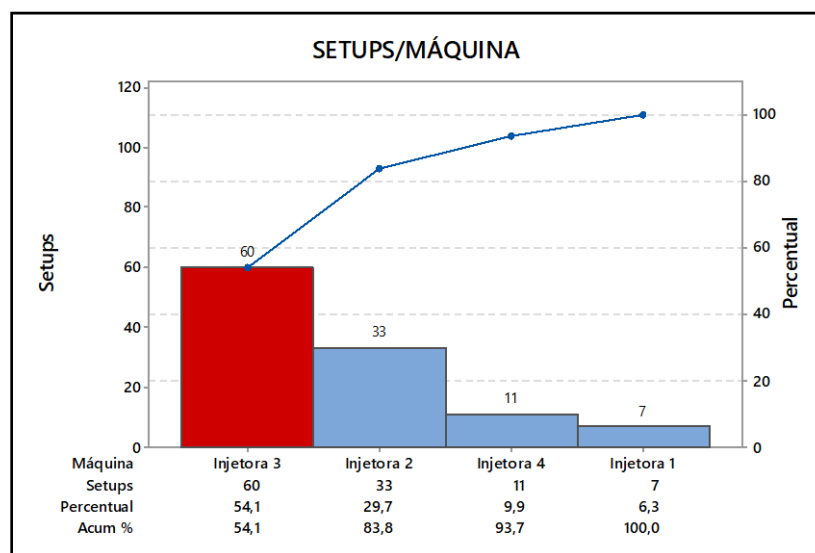
A máquina encontra-se em boas condições, sendo responsável pela maioria dos lotes fabricados na empresa. Possui capacidade disponível de 176 horas/mês.

3.2 UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA TRF

3.2.1 ESTÁGIO 0: PREPARAÇÃO INTERNA E EXTERNAS NÃO SE DISTINGUEM

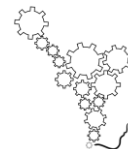
De acordo com a metodologia a ser empregada, inicialmente foram coletados dados pertinentes sobre o setor de produção da empresa estudada, mais precisamente a quantidade de *set ups* realizados no período de janeiro a outubro de 2019. A coleta ocorreu pela geração de um relatório a partir do sistema de gerenciamento de ordens de produção (OP), com os lotes de fabricação e qual máquina foi utilizada para a sua produção no período. Esses dados possibilitaram a seguinte observação representada no gráfico 01.

GRÁFICO 01 – TOTAL DE *SET UPS* POR INJETORA



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

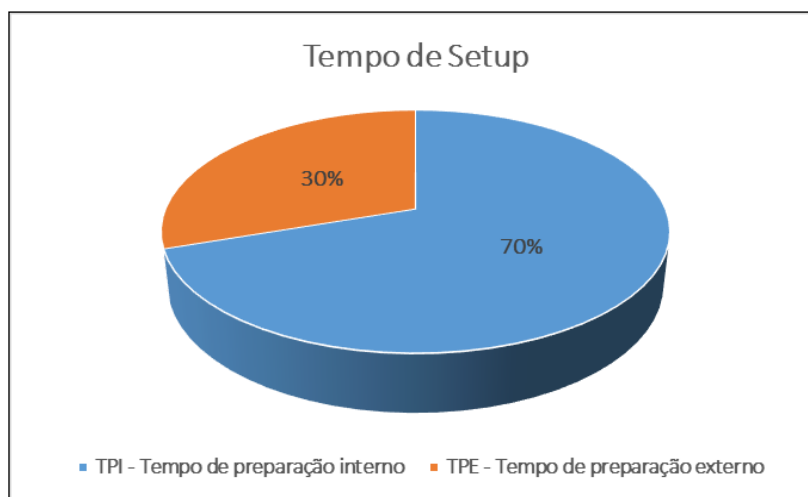
Como pode ser observado no Gráfico 01, a injetora 3 foi a máquina com maior demanda de *set up* durante o período analisado. Isso ocorre devido ao grande número de produtos fabricados na máquina, pois a mesma é a que mais se adequa aos parâmetros das peças produzidas na empresa.



Como demonstra o Quadro 01, as atividades foram classificadas em TPE e TPI, ou *set up* externo e *set up* interno, respectivamente. O tempo de cada atividade foi obtido através da filmagem das operações e a utilização do software *Pinnacle Studio*® para observar, analisar, fazer marcações e dividir as atividades a partir do vídeo, proporcionando maior precisão na contagem dos tempos e na separação de cada atividade.

A atividade de preparação externa que obteve o maior tempo gasto foi *buscar novo material para injeção* (número 45), a qual necessitou de 115 segundos e consiste na busca pelo material que será utilizado para fabricar o produto do próximo lote. A atividade de preparação interna que demandou maior tempo foi limpar cilindro (número 44), com uma contagem de 255 segundos, onde se retira os restos do material utilizado na injeção do produto anterior injetando-se um material especial para a limpeza do cilindro ou canhão.

Através da classificação das atividades obteve-se a representação percentual das atividades internas e externas, apresentadas através do gráfico 04.

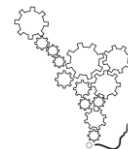
GRÁFICO 04 - PERCENTUAL DOS TIPOS DE *SET UP*.

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Através do Gráfico 04, observa-se que 70% do tempo é considerado *set up* interno, e apenas os 30% restante classificam-se como *set up* externo. O resultado confirma a margem estabelecida por Shingo (1985), que afirma que a separação das atividades em TPI e TPE possibilita a eliminação de até 50% do tempo de preparação interna.



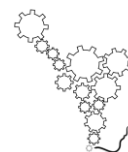
www.relainep.ufpr.br



O vídeo do *set up* foi mostrado aos operadores, os quais puderam observar detalhadamente as atividades, possibilitando que enxergassem os problemas e propunham soluções criativas e úteis para aprimorar a realização do *set up*. Na ocasião foi realizado um *brainwriting*, onde os operadores puderam expor suas dificuldades, descrever os problemas e sugerir soluções e melhorias. Problemas apontados pelos operadores: talha muito longe da máquina, furação da placa de fixação comprometida, vazamento de óleo na injetora, ferramentas longe da máquina, pouco espaço entre as máquinas, tomada de alimentação distante da máquina, dispositivos de conexões múltiplas (*Manifold*) de difícil utilização, registros de água muito baixos (na altura do chão).

3.2.3 ESTÁGIO 2: CONVERTENDO PREPARAÇÕES INTERNAS EM EXTERNAS

O presente estágio divide-se em duas fases: reanálise das operações e transformação de TPI em TPE. Na primeira fase as atividades de *set up* interno foram reexaminadas a fim de verificar se nenhuma foi erroneamente classificada como TPI. Os resultados são demonstrados no Quadro 02:



QUADRO 02 - REAVALIAÇÃO DAS ATIVIDADES DE *SET UP* INTERNO.

SETUP INTERNO REAVALIADO		
Número	Atividade	Tempo (s)
1	fechar alimentador	64
2	tirar água do molde	51
3	desligar dispositivo pneumático	
6	lubrificar molde	14
7	ajustar molde para remoção	20
10	pendurar molde na talha	47
11	soltar as lexas/fixadores	109
12	retirar molde da máquina	79
26	pendurar novo molde na talha	18
28	colocar molde na máquina	100
29	centrar molde	65
30	fixar molde para soltar talha	125
31	soltar talha	14
32	terminar fixação do molde	136
33	ajustar altura	57
34	ligar água	78
35	guardar ferramentas no carrinho	
39	retirar material do alimentador	63
40	limpar funil com ar	145
41	injetar sobra de material	62
44	limpar cilindro	255
46	limpar o alimentador passando um ar novamente	40
47	abastecer alimentador	20
48	prepar cilindro para injeção	91
49	realizar ajustes de início para injeção	54
52	limpar cavidades do molde	39
53	testar injeção	45
54	ajustar até obter peça conforme	162
	Total (s)	1953
	Total (min)	32,55

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Como observado no Quadro 02, a atividade “guardar ferramentas no carrinho”, foi desconsiderada, devido ao fato de que pode ser executada após a máquina em operação, o que não comprometeria a organização das ferramentas. A atividade “desligar dispositivo pneumático” também foi desconsiderada deste estudo pela simples razão de que nem todos os moldes possuem dispositivo pneumático. Isso fez com que o tempo de preparação interno diminuísse mais de um minuto.

Para a segunda fase deste estágio, verificaram-se as possibilidades de transformar preparações internas em externas. Foi elaborado um *check-list* para verificar as condições necessárias para realizar o *set up* interno. Essa lista, foi preenchida com as atividades que podem ser realizadas externamente, na forma de verificação, para que tudo ocorra antes do *set up* propriamente dito. O *check-list* elaborado ficou da seguinte forma, conforme o Quadro 03:



QUADRO 03 – CHECK-LIST DE SET UP.

<i>Check-list setup</i>		
Verificar Atividades	Conforme	
As ferramentas necessárias estão no carrinho?	<input type="checkbox"/>	
O lubrificante protetivo está no carrinho?	<input type="checkbox"/>	
Os bicos do molde estão em boas condições?	<input type="checkbox"/>	
As mangueiras do molde estão em boas condições?	<input type="checkbox"/>	
Os olhais para transporte estão fixados corretamente no molde?	<input type="checkbox"/>	
A talha está posicionada sobre a injetora para a operação?	<input type="checkbox"/>	
A talha está ligada na alimentação?	<input type="checkbox"/>	
A girafa está posicionada com o novo molde perto da injetora e debaixo da talha?	<input type="checkbox"/>	
O carrinho de transporte está no local para colocar o molde após retirar da máquina?	<input type="checkbox"/>	
O material de limpeza está preparado e próximo do alimentador?	<input type="checkbox"/>	
O quadro de sequenciamento da produção foi verificado e a OP levada até a máquina?	<input type="checkbox"/>	
O material para injeção do próximo lote está preparado e próximo ao alimentador? (Verificar OP)	<input type="checkbox"/>	
A calha da máquina está limpa e preparada para a produção?	<input type="checkbox"/>	
Código molde:	Código produto:	Lote:
Verificado por:	Data: / /	

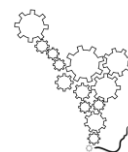
Fonte: Dados da pesquisa (2019)

O quadro 03 mostra um *check-list* no qual identificam-se algumas etapas que devem anteceder o *set up*. A verificação destas atividades garante que tudo esteja preparado para a realização do *set up* interno, eliminando as atividades que antes eram realizadas durante o *set up*, passando a ser atividades externas, executadas antes da troca do molde, enquanto a máquina permanece em operação. Porém para validar esse *check-list* foi necessário propor uma nova estrutura, com uma nova sequência para o *set up*, além de treinar o preparador para que execute as atividades com precisão.

3.2.4 ESTÁGIO 3: SIMPLIFICAR OS PASSOS DAS PREPARAÇÕES INTERNAS

Para dar continuidade à etapa anterior, elaborou-se uma nova sequência para as atividades internas, além da alocação de um operador/facilitador, para auxiliar o preparador durante o *set up*, executando operações em paralelo.

Estipulou-se a meta de 15 minutos para execução da nova sequência de *set up*, embora o planejamento baseado nos tempos avaliados esteja na casa dos 16 minutos. As atividades ficaram ordenadas conforme o quadro 04.



QUADRO 04: NOVA SEQUÊNCIA DE SET UP.

NOVO SETUP INTERNO					
Número	Preparador			Auxiliar/facilitador	
	Atividade	Tempo (s)		Atividade	Tempo (s)
1	lubrificar molde	14		fechar alimentador	64
2	ajustar molde para remoção	20		tirar água do molde	51
3	pendurar molde na talha	47		retirar material do alimentador	63
4	soltar as lexas/fixadores	109		limpar funil com ar	145
5	retirar molde da máquina	79		injetar sobra de material	62
6	colocar molde sobre o carrinho	20		fixar molde parte de trás	131
7	pendurar novo molde na talha	18		limpar cilindro	255
8	colocar molde na máquina	100		abastecer alimentador	20
9	centrar molde	68		prepar cilindro para injeção	51
10	fixar molde parte da frente	131		ligar água	78
11	soltar talha	14		limpar cavidades do molde	39
12	ajustar altura	57			
13	realizar ajustes de início para injeção	54			
14	testar injeção	45			
15	ajustar até obter peça conforme	162			
	Liberar Produção	938			959
	Tempo total (min)	15,6		Tempo total (min)	16,0

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Para o ordenamento das novas atividades, buscou-se o balanceamento entre as operações realizadas pelo preparador, assim como as que seriam realizadas pelo facilitador.

A atividade colocar molde sobre o carrinho foi adicionada à nova sequência e seu tempo foi estimado, pois não estava presente no *set up* inicial analisado, sendo necessária para a execução do novo procedimento.

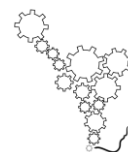
As atividades anteriores fixar molde para soltar talha e terminar fixação do molde foram somadas e o tempo da soma resultante foi dividido em duas partes iguais, parte da frente e de trás, para que enquanto o preparador fixa o molde de um lado, do outro lado o auxiliar realize a fixação.

Além das atividades paralelas, foi adicionado um anel centralizador no molde para teste, bem como adicionada furação para transporte tanto na parte móvel quanto na parte fixa do molde, assim, padronizou-se para a acoplagem de olhais nas duas partes do molde, facilitando o transporte e a troca de posições. Através destas simples modificações, esperou-se um resultado dentro do planejado, sem tem que realizar investimentos consideráveis.

4 DISCUSSÃO

4.1 ANÁLISE DO NOVO SET UP

Para a comprovação das atividades propostas até aqui, os operadores foram treinados para a verificação dos *check-lists*, assim como para a execução da nova sequência de operações



planejada no estágio anterior. Em seguida, foi realizada a filmagem do novo *set up*, bem como, após foi feito o levantamento dos tempos das atividades envolvidas no procedimento. Os dados registrados estão representados no Quadro 05.

QUADRO 05 - MEDIÇÃO DOS NOVOS TEMPOS DE *SET UP*.

NOVOS TEMPOS DE <i>SETUP</i>						
Preparador				Auxiliar/facilitador		
Número	Atividade	Tempo (s)	Tempo acumulado (s)	Atividade	Tempo (s)	Tempo acumulado (s)
1	lubrificar molde	8	8	fechar alimentador	15	15
2	ajustar molde para remoção	27	35	tirar água do molde	25	40
3	pendurar molde na talha	21	56	retirar material do alimentador	48	88
4	soltar as lexas/fixadores	95	151	limpar furil com ar	125	213
5	retirar molde da máquina	62	213	injetar sobra de material	62	275
6	colocar molde sobre o carrinho	25	238	limpar cilindro	197	472
7	pendurar novo molde na talha	12	250	fixar molde parte de trás	122	594
8	colocar molde na máquina	50	300	abastecer alimentador	20	614
9	centrar molde	57	357	prepar cilindro para injeção	51	665
10	fixar molde parte da frente	122	479	ligar água	71	736
11	soltar talha	11	490	limpar cavidades do molde	71	807
12	ajustar altura	54	544			
13	realizar ajustes de início para injeção	76	620			
14	testar injeção	40	660			
15	ajustar até obter peça conforme	230	890			
	LIBERAR PARA PRODUÇÃO		890			807
	Tempo total (min)		14,8	Tempo total (min)		13,5

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Conforme o Quadro 05, a nova sequência de *set up* foi eficaz, atingindo a meta estipulada, baixando o tempo de preparação de 48,7 minutos para 14,8 minutos.

Isso deve-se ao fato de que todas as atividades externas foram realizadas antes da troca do molde, restando apenas as atividades internas para serem executadas e contabilizadas como tempo de *set up*. Observa-se também que o tempo gasto pelo facilitador foi próximo ao tempo do preparador, conforme planejado. Apenas uma das atividades exigiu que ambos os executores tivessem que realizar a mesma operação em sincronia, que foi a atividade destacada em vermelho, que remeta à fixação do molde, sendo que cada um realizou a fixação em um lado da máquina.

Para que fosse possível mensurar os resultados obtidos neste estudo, foi necessário realizar algumas considerações em relação ao procedimento de *set up*, comparando os tempos registrados antes da TRF com os registrados na filmagem do *set up* executado após as melhorias realizadas a partir da utilização da ferramenta. Através desta análise obtiveram-se os seguintes resultados, iniciando pelo demonstrado na comparação apresentada Gráfico 05.

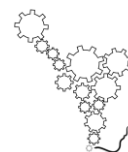
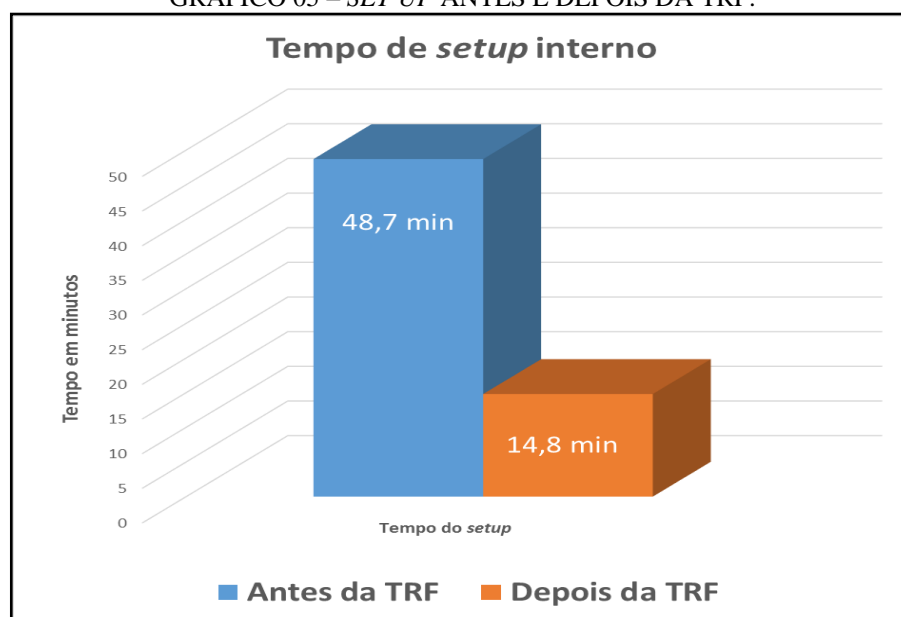


GRÁFICO 05 – SET UP ANTES E DEPOIS DA TRF.



Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Observa-se no Gráfico 05, que os resultados da utilização da metodologia TRF foram consideráveis, reduzindo o tempo de 48,7 minutos para 14,8 minutos, atingindo cerca de 70% de redução comparando as operações realizadas antes e depois da utilização da metodologia TRF.

5 CONCLUSÃO

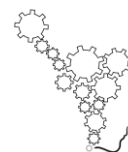
Para este estudo foi realizada uma análise detalhada do processo de *set up* realizado na máquina em questão, permitindo a descrição das atividades, identificação de erros e desperdícios, bem como propor possíveis soluções e melhorias para a operação, cumprindo com o objetivo deste trabalho.

Os resultados obtidos foram satisfatórios, uma vez que utilização da TRF possibilitou o desenvolvimento de uma nova sequência ou um novo processo de *set up*, o qual foi implementado resultando na diminuição dos tempos na troca de moldes em cerca de 70%, mais precisamente de 48,7 minutos para 14,8 minutos apenas, atingido a meta para a Troca Rápida de Ferramentas estabelecida para este estudo, a qual foi de 15 minutos.

Constata-se a existência de inúmeras possibilidades de melhorias no processo de *set up* da empresa, que passou a ser debatido com mais importância pelos gestores, devido à diminuição de desperdícios focando na redução de custos de produção, incrementando a



www.relainep.ufpr.br



capacidade produtiva. Porém, para que isso ocorra é necessário o comprometimento de todos com a melhoria do processo, desde a alta administração aos operadores do chão de fábrica.

Por fim, este trabalho foi de grande valia para o aprofundamento do conhecimento, bem como para a melhoria nos resultados da empresa. Além disso, contribuirá para o enriquecimento do referencial teórico em pesquisas voltadas à área de troca rápida de ferramentas em injetoras de plástico, contribuindo também para a formação acadêmica em cursos de Engenharia e afins, provendo mais fontes de informações.

REFERÊNCIAS

- BLACK, J.T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- CALARGE, F. A.; CALADO, R. D. Troca rápida de ferramentas em linhas de tubos e chapas. **Máquinas e Metais**, n. 447, p. 290315, 2003.
- FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. **Gestão & Produção**, v. 10, n. 2, p. 163-181, 2003.
- McINTOSH, R. I.; CULLEY, S. J.; MILEHAM, A. R. A critical evaluation of Shingo's "SMED" methodology. **International Journal of Production Research**, v. 38, n. 11, p. 2377-2395, 2000.
- MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Production**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.
- MOURA, R. A. **Redução do tempo de Setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas**. São Paulo: IMAN, 1996.
- SATOLO, E. G.; CALARGE, F. A. Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais. **Exacta**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 283-296, jul./dez. 2008.
- SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The SMED System**. Cambridge: Productivity Press, 1985.
- SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos**. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SHINGO, S. **O Sistema Toyota de Produção do ponto de vista da Engenharia de Produção**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção: Teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2007. 78-79 p.
- VENTURA, M. M. O estudo de caso como modalidade de pesquisa. **Revista SoCERJ**, v. 20, n. 5, p. 383-386, 2007.
- YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e métodos**. Bookman editora, 2015.