

TRF: MELHORIA PROCESSO EM HOT STAMPING

Aretha Paula Gabriel¹
Danillo de Freitas Silva²
Gabriel Costa Bahia³
Israel Muller Xavier dos Anjos⁴
Wagner Costa Botelho⁵
Alexandre Acácio de Andrade⁶
Luis Fernando Quintino⁷

RESUMO

Este artigo tem como primícias, relatar o uso do conceito SMED (inglesa *Single Minute Exchange of Die*) ou TRF (Troca rápida de Ferramenta), na busca de alcançar melhor desempenho produtivo durante as trocas de setup. Com TRF é possível reduzir as perdas provocadas pelas mudanças de série ou setup. O setup trata-se do tempo decorrente entre a última unidade boa da série anterior produzida e a primeira unidade boa da nova série produzida. Portanto as perdas não se limitam à parada da máquina, devendo ser considerado também, esvaziamento de depósitos no final da série, ajuste da máquina, start da máquina e parada para limpeza. Atualmente as indústrias metalúrgicas estão passando por um momento de instabilidade, decorrência do atual momento econômico que o país vive, além do momento político que tem causado incertezas, gerando um recesso econômico, porém existe um fator interno que afeta diretamente a produção e que pode ter ação direta da indústria, seu tempo desperdiçado nos processos de conformações de materiais. Através da aplicação do processo TRF conseguiremos diminuir o tempo gasto na troca dos suportes de gravação, aumentando a qualidade e gerando uma eficiência na padronização. Ocorrendo assim uma diminuição nos custos e aumentando a segurança no local de trabalho, trazendo também praticidade. Este sistema TRF foi fundamental para a o sistema Toyota de produção, pois para uma produção enxuta sem estoque é exigido incondicionalmente a redução no tempo de *setup*.

Palavras chaves: SMED, TRF, Produtividade, Melhoria de processo.

¹ Graduando em Engenharia de Produção - Uni Drummond: arethapaulagabriel@gmail.com

² Graduando em Engenharia de Produção - Uni Drummond: gabriel.costa27@hotmail.com

³ Graduando em Engenharia de Produção - Uni Drummond: danillodefreitassilva@gmail.com

⁴ Graduando em Engenharia de Produção - Uni Drummond: israel_muller@hotmail.com

⁵ Professor - Engenharia de Produção - Uni Drummond: wagner_botelho@terra.com.br

⁶ Professor Engenharia de Produção - UFABC: aacacio@ufabc.edu.br

⁷ Professor - Engenharia de Produção - Uni Drummond: luis.quintino@outlook.com

1. INTRODUÇÃO

Hoje em dia o perfil de muitas empresas vem se transformando muito rápido por questões econômica e tecnológicas, esses fatores tem feito as empresas buscarem novas formas de aumentar a sua produtividade. Através deste projeto de melhoria de uma gravadora *HOT STAMPING*, buscamos seguir a metodologia SMED (*Single Minute Exchange of Die*) ou TRF (Troca Rápida de Ferramentas) tendo uma parte integrante do Lean Manufacturing, que tem como finalidade a diminuição e o desperdício dentro da linha de produção.

Este artigo apresenta um método para a implantação do TRF, com o acompanhamento dos resultados de melhora na produtividade; diminuição no trabalho repetitivo; redução de perdas; na redução do lead time; redução do tempo de *setup* tanto interno como externo; e também a mudança do *setup* interno em externo.

O surgimento da TRF foi a partir das ideias de Shingo (1996), quando o mesmo foi contratado em 1950 para conduzir uma pesquisa de melhoria da eficiência na planta de Toyo Kogyo da Mazda.

A aplicação da ferramenta TRF em nosso artigo foi em uma gravadora *HOT STAMPING*, que produz com perda de produtividade e menor eficiência no *setup*. Quando é efetuado a mudança de produção ou a troca de produto em uma linha de produção, um dos fatores preocupantes é o tempo em que a máquina ficará parada ocasionando uma ociosidade, perda de produtividade e a falta de segurança no local de trabalho.

Aplicando essa melhoria ao processo produtivo da empresa, tivemos como objetivo a otimização do tempo e a busca por resultados financeiros melhores, assim aumentando a sua competitividade no mercado e a qualidade em seus serviços e produtos ofertados.

Através do processo TRF diminuimos o tempo gasto na troca dos suportes de gravação, aumentando a qualidade e gerando eficiência e padronização. Ocorrendo assim uma diminuição nos custos, aumentando a segurança no local de trabalho, e trazendo também praticidade.

Ocorreu uma padronização nas mesas de gravação (*HOT STAMPING*), normalmente essas máquinas não precisam suportar uma grande carga longitudinal ou transversal, gerando só a necessidade de impedir os movimentos nessas

direções. Em seguida foram criados canais em formato em T na mesa da máquina, aumentando a qualidade com um dispositivo de fixação que é composto pelo grampo de fixação, que é composto de corpo, braço e parafusos.

2. REFERENCIAL TEORICO

Quando o TRF é aplicado corretamente em uma indústria, ele traz diversos benefícios, diminuindo os custos do *Setup* e em estoques que são prejudiciais para a organização (HARMON & PETERSON, 1991).

O tempo de setup, ou tempo de preparação, é o tempo existente entre o último produto bom produzido de um determinado lote e o primeiro produto bom produzido do próximo lote. A redução desse tempo traz melhorias significativas para a produtividade, reduzindo estoques e *lead time*.

Depois reduzindo o tempo de *Setup*, iremos reduzir o *lead time* do processo. A diminuição do *lead time* é um dos fatores que é mais diferenciado para que possamos manter organização dentro de uma linha de produção. A fim de diminuir os custos da operação, a diminuição do tempo de transição agrega mais valor para os clientes. A redução *lead time* traz muitos benefícios, assim como uma maior satisfação dos consumidores e a diminuição dos custos de manufatura (FLOGLIATO & FAGUNDES, 2003).

De acordo com Shingo (1996) “Melhorar geralmente significa fazer algo que nunca fizemos antes”. Entendemos que o retrato da indústria precisava de uma nova moldura, as mudanças se tornaram essências, havia a necessidade de buscar melhorias e atingir as metas traçadas.

Para Shibuya e Oliveira (2010) a troca rápida de ferramentas pode ser considerada um conjunto de técnicas e teorias, que podem ser aplicados a qualquer tipo de processo e máquina, para Flogliato e Fagundes (2003), a TRF pode ser descrita como uma metodologia para redução dos tempos de preparação de equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos lotes.

SMED é a abreviação da palavra em inglesa *Single Minute Exchange of Die*, que pode ser traduzida como “troca rápida de ferramenta”. Na prática o TRF nada mais é do que diversas técnicas de melhorias e o seu objetivo é reduzir o tempo do *setup*. Apesar de desenvolvido primeiramente para processos que utilizavam metais

na indústria automotiva, o TRF pode ser aplicado a mudanças de formato e *setups* em todos os tipos de processos, indústrias e até mesmo serviços (NICHOLAS, 1998).

Assim analisamos a não conformidade na fixação, onde se fazia furos na mesa da máquina para fixar o berço danificando o equipamento e gerando ociosidade do fator humano com perda de produção, onde seria necessário um mecânico de manutenção para que ele pudesse efetuar a correção emergencial de fixação. Como existem vários tamanhos de peças, utilizava grampo de molde. Ficando um processo inseguro e com deficiência na gravação da peça.

O estágio preliminar oferece apenas os parâmetros de tempo inicial das atividades realizadas no setup, e para se obter esses parâmetros de forma detalhada, uma análise contínua da produção realizada com um cronômetro é, provavelmente, a melhor abordagem (SHINGO, 1996).

Conforme Shingo (1996), na melhoria do *setup* deve ser conduzida progressivamente, por apenas quatro estágios essenciais, os quais serão a seguir:

- Estágio um – Neste estágio não é necessário fazer a separação de *setups* internos dos externos, pois as atividades que podem ser realizados como *setup* externo.
- Estágio Dois – Esse é o estágio de maior valor no sistema TRF, pois ele gera a separação das demais operações de *setup* como os internos e externos, pelo meio de uma análise que possua todas as peças, as condições de operações e de medidas que devem ser tomadas enquanto as máquinas estiverem em plena operação.
- Estágio Três – Neste será avaliada as atividades exercidas no *setup* atual para descobrir se uma determinada atividade pode ser considerada um *setup* interno e pode ser transformada em um *setup* externo.
- Estágio Quatro – Analisar as atividades executadas no *setup* interno e externo, podendo notar eventuais oportunidades de melhorar o processo, levando em conta o cancelamento de ajustes de alinhamento de fixação. Dos avanços obtidos com a TRF ao decorrer do período, as mais concretizadas que se demonstraram de acordo com Shingo (1996) são: separações bem definidas dos *setups* interno e externo; convertimento

total de *setup* interno em externo; banimento de ajustes; fixação sem parafusos (SHINGO, 1996).

A metodologia de Troca Rápida de Ferramentas (TRF) foi originalmente denominada *Single Minute Exchange of Die* (SMED) e visa a redução do tempo de troca de ferramentas para um tempo inferior a dez minutos. Este modelo tornou-se um símbolo de ferramenta enxuta.

3. REFERÊNCIA A METODOLOGIA

Com a busca de melhores padrões de qualidade muitas empresas têm utilizado o processo de gravações *hot stamping*, esse processo é bem similar a tipografia, sua diferença é que não se limita em gravação de letras, ele é capaz de produzir detalhes com um resultado metalizado em altos relevos. Essa máquina trabalha com um sistema de gravação a quente, onde uma pequena camada metálica é apertada pela chapa aquecida e com isso essa fita se desprende sendo transferido no determinado produto, sendo capaz de fazer trabalhos em alto relevo.

Esse tipo de impressão é utilizado em convites personalizados, manuais, em couro, em trabalhos acadêmicos, escolares, brinquedos, embalagens de cosméticos, emblemas de maquinários, cosméticos e em carros.

Atualmente as maiores utilizações acontecem nas indústrias gráficas, onde são feitos detalhes em livros de capa dura, em embalagens de papelão e em calçados.

A metodologia utilizada teve como base a pesquisa em textos e artigos relacionados a aplicação do TRF em diversas áreas da indústria, o desenvolvimento deste artigo tem como metodologia, a pesquisa exploratória, no qual foi abordado a aplicação do conceito e o acompanhamento dos resultados. O projeto foi realizado em uma indústria de pequeno porte, chamada Romaq, localizada no estado de São Paulo - Zona Sul.

Na pesquisa exploratória foi feito um estudo, através da coleta de informações sobre TRF, seu planejamento, sua implantação e análise de viabilidade do projeto no *setup* interno e externo.

Para a execução da análise para identificar os problemas inerentes ao processo produtivo, foi necessário acompanhamento dessas etapas na empresa, onde foram medidos os tempos de produção e de *setup*.

Foi identificada uma falha no processo de gravação das máquinas gravadoras *HOT STAMPING* e através dessa informação, foi possível dar início ao desenvolvimento do projeto de melhoria da eficiência das máquinas.

O processo anterior, analisado através de acompanhamento e de dados colhidos por funcionários, era mais trabalhoso fazer a troca do molde “berço”, pois faziam furos na base da máquina para fixar os grampos de molde, como cada berço tem seu tamanho, existiam vários furos na base, trazendo um problema, pois a rosca dos furos na mesa, espanava constantemente. Durante esse processo a perda de tempo era constante no *setup*, com times de 2 a 4 horas ou até mesmo a paralização total durante expediente, ao solicitar o ajuste da máquina se perdia muito tempo na espera do técnico de manutenção gerando um atraso significativo em toda a produção.

Mediante a isso desenvolvemos um dispositivo de fixação dos berços de gravação padronizando o mesmo.

Com a execução do novo projeto foi possível atingir o tempo de 15 a 20 minutos para a remoção do molde anterior e a colocação do novo e os ajustes.

Uma outra ação, mas como sugestão, foi usar a mesa da própria máquina para evitar gastos, fazer canais na mesa em T para que o dispositivo de grampo fixador possa correr livremente, projetando o grampo para que ocorra uma boa fixação, diminuindo tempo, aumentando a produtividade, proporcionando qualidade e a segurança do operador.

Após essa primeira etapa, houve a padronização das mesas de gravação (*HOT STAMPING*), normalmente essas máquinas não precisam suportar uma grande carga longitudinal ou transversal, havendo apenas a necessidade de impedir os movimentos nessas direções. Em seguida foram criados canais em formato em T nas mesas das máquinas, com um dispositivo de fixação que é composto pelo grampo de fixação, sendo que o grampo é composto de corpo, braço e parafusos.

Foi desenvolvida uma mesa com canais em “T” para que a sapata corra livre nos canais, um corpo do grampo foi ligado ao braço, através de um parafuso

esférico para dar articulação ao braço em qualquer ângulo e posição para deixar a regulagem prática aos profissionais que executam as atividades.

Mesa de Fixação: Esta mesa foi projetada com intuito de fazer a troca rápida e eliminar furos desnecessários, como ocorria com a mesa anterior, padronizando-a com canais tipo T com 20.4 mm x 14.4 mm, a mesa foi construída em AÇO SAE 1020 com uma folga deslizante com precisão sobre o perfil em T.

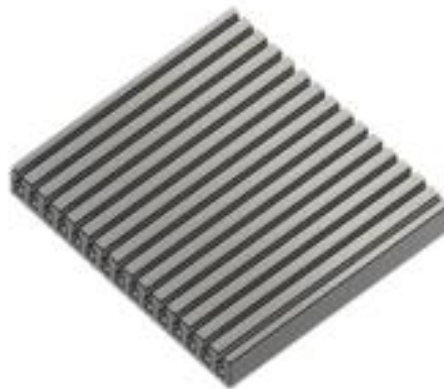


Figura 1- mesa de fixação. Fonte: Própria

Sapata: A sapata foi desenvolvida para prender o corpo do grampo de fixação na mesa, para eliminar os parafusos momento da troca da mesa anterior, onde não existia canais e não era padronizado. Ela foi construída em AÇO 1045 passando por um processo de têmpera para que a rosca M6 não espanar

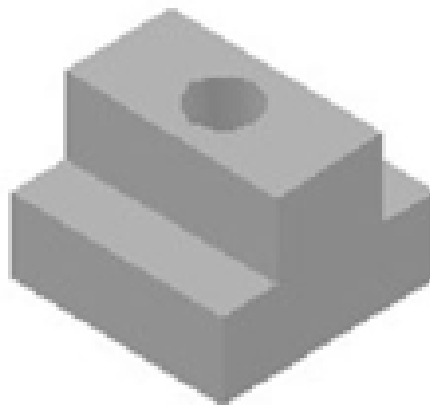


Figura 2 - Sapata. Fonte: Própria

Corpo do Grampo: O corpo foi desenvolvido para movimentação longitudinal do braço de fixação e suporte para parafuso M14, ele fica na mesa de fixação preso pela sapata, ele foi construído em AÇO SAE 1020.

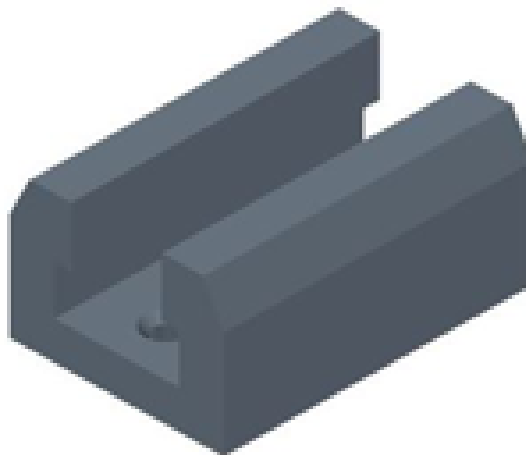


Figura 3 - Corpo do Grampo. Fonte: Própria.

Braço: O braço foi desenvolvido para fixar o berço na mesa, que prende a peça para impressão da gravadora *HOT STAMPING*, ele foi construído em AÇO SAE 1020.



Figura 4- Braço. Fonte: Própria.

Parafuso com ponta esférica: O parafuso M14 foi desenvolvido para ficar preso ao braço e a sua ponta esférica fica no corpo junto à base para dar articulação ao braço em qualquer ângulo e qualquer posição. Essa peça foi construída em AÇO SAE 1020.

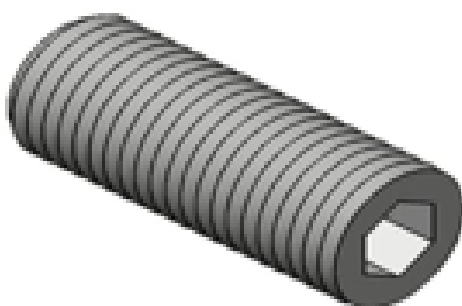


Figura 5- Parafuso com ponta esférica. Fonte: Própria.

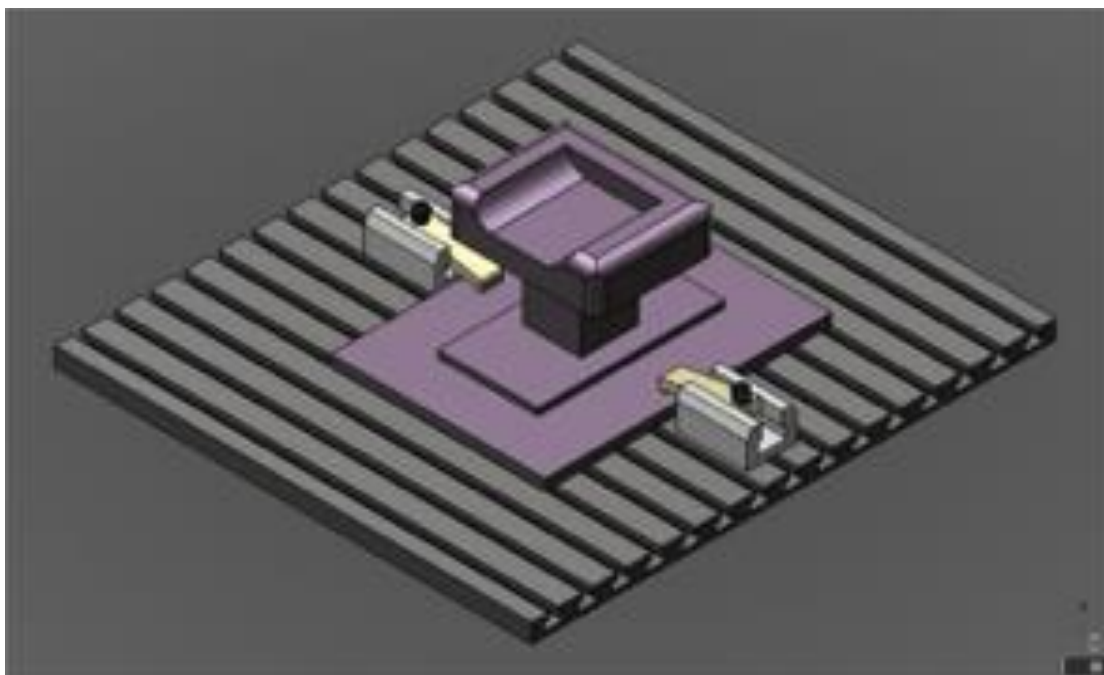


Figura 6- Conjunto Completo. Fonte: Própria.

4. ANÁLISE E RESULTADOS

Com o intuito de obter dados para um progresso de *preset* na gravadora *HOT STAMPING* e também para a aplicação do TRF no processo produtivo foram necessárias várias etapas básicas, analisando a situação anterior e comparando com os dados após a aplicação do conceito e a mudanças que foram aplicadas no processo.

Segundo Hirano (1990) o *setup* é todo o tipo de arranjo ou preparação que deve ser realizado antes de iniciar um conjunto diferente de operações, a partir dessa definição entende-se que o *setup* deve englobar todas as atividades que acontecem quando se inicia a manobra para a substituição de um produto e/ou de uma peça. O *setup* leva em consideração:

1. **Qualidade:** um erro no *setup* pode gerar grandes defeitos em todos os produtos de um determinado lote de produção. Sendo assim, a melhoria e a simplificação do *setup* podem melhorar a qualidade dos produtos.
2. **Custos:** como há redução no tempo de *setup*, os lotes podem ser determinados com uma base diária, e assim ocorre a banimento do *wip* (*work in process*) e os investimentos excessivos com os estoques.
3. **Flexibilidade:** com os *setups* mais rápidos, a fábrica fica mais flexível no respeito de ajuste de equipamentos nas suas preparações no caso de variação na demanda.
4. **Utilização do trabalhador:** quando o processo de *setup* é simplificado, uma maior gama de trabalhadores poderá realizá-los, deixando os técnicos com mais tempo livre para resolver problemas tecnicamente mais complexos.
5. **Capacidade e lead time:** *setups* que gastam pouco tempo na sua troca gera um aumento na capacidade de produção e na diminuição do lead time da mesma.

Foram feitos testes do tempo desperdiçado no processo anterior e após a implantação do TRF no *Preset* – tabela 1.

TESTES DE DESPÉRDIO		
	PROCESSO ANTERIOR	PROCESSO COM TRF
TESTE 1	00:15:33	00:02:30
TESTE 2	00:17:01	00:02:01
TESTE 3	00:16:45	00:02:59
TESTE 4	00:15:58	00:01:59
TESTE 5	00:15:20	00:03:05
TESTE 6	00:16:57	00:02:45
TESTE 7	00:17:50	00:02:29
TESTE 8	00:17:30	00:03:12
TESTE 9	00:17:02	00:03:10
TESTE 10	00:16:15	00:03:05
TOTAL	02:46:11	00:27:15

Tabela 1- Testes de desperdício de tempo. Fonte: Própria.

Foram feitas algumas análises com relação ao tempo perdido que a empresa tinha durante as paradas, no processo anterior e após a aplicação do TRF – tabelas 2 e 3.

TEMPO DESPERDIÇADO NO PRESET	
PRESET MÁQUINA	TEMPO
1 PREPARAÇÃO	2 HORAS
UMA SEMANA COM 2 PREPARAÇÕES	4 HORAS
UM MÊS COM 8 PREPARAÇÕES	16 HORAS
TOTAL: UM ANO COM 96 PREPARAÇÕES	192 HORAS
PRESET MÁQUINAS	TEMPO
1 PREPARAÇÃO	8 HORAS
UMA SEMANA COM 2 PREPARAÇÕES	16 HORAS
UM MÊS COM 8 PREPARAÇÕES	64 HORAS
TOTAL: UM ANO COM 96 PREPARAÇÕES	768 HORAS

Tabela 2-Tempo desperdício no preset. Fonte: Própria.

TEMPO DESPERDIÇADO NO PRESET COM O TRF	
PRESET MÁQUINA	TEMPO
1 PREPARAÇÃO	20 MIN
UMA SEMANA COM 2 PREPARAÇÕES	40 MIN
UM MÊS COM 3 PREPARAÇÕES	2:40 HORAS
TOTAL: UM ANO COM 6 PREPARAÇÕES	32 HORAS
PRESET MÁQUINAS	TEMPO
1 PREPARAÇÃO	1:20 HORA
UMA SEMANA COM 2 PREPARAÇÕES	2:40 HORAS
UM MÊS COM 3 PREPARAÇÕES	10 HORAS
TOTAL: UM ANO COM 6 PREPARAÇÕES	128 HORAS

Tabela 3-Tempo desperdício no *preset* após a aplicação do TRF. Fonte: Própria.

Com o processo anterior havia desperdício de tempo e com isso a produção deixava de produzir mais por causa das pausas, com a aplicação do TRF o número de peças não produzidas, diminui significativamente – tabela 4.

PEÇAS NÃO PRODUZIDAS	
PROCESSO ANTERIOR	TEMPO
PARTE DE PEÇAS NÃO PRODUZIDO UM ANO COM 6 PREPARAÇÕES DE 4 MÁQUINAS	1:30 MIN 768 HORAS
TOTAL DE PEÇAS NÃO PRODUZIDAS	61.440 PEÇAS
APÓS A APLICAÇÃO DO TRF	TEMPO
PARTE DE PEÇAS NÃO PRODUZIDO UM ANO COM 6 PREPARAÇÕES DE 4 MÁQUINAS	1:30 MIN 128 HORAS
TOTAL DE PEÇAS NÃO PRODUZIDAS	10.240 PEÇAS
GANHO TOTAL DE PEÇAS PRODUZIDAS AO ANO	51.200 PEÇAS

Tabela 4- Peças não produzida. Fonte: Própria.

Os custos de hora máquina e operador parado, também reduzem significativamente com a aplicação do TRF – tabela 5.

CUSTOS HORA MÁQUINA E HORA OPERADOR	
PROCESSO ANTERIOR	TEMPO
DUAS HORAS DE PRESET	
HORA OPERADOR	R\$7,66
HORA MÁQUINA	R\$100,00
TOTAL	R\$215,32
APÓS A APLICAÇÃO DO TRF	
20 MINUTOS DE PRESET	
20 MINUTOS OPERADOR	R\$2,55
20 MINUTOS MÁQUINA	R\$33,33
TOTAL	R\$35,88

Tabela 5- Cálculo de hora Máquina e Operador. Fonte: Própria.

Apesar dos ganhos causados com a aplicação do TRF, os custos da aplicação foram considerados baixos – tabela 6.

CUSTOS COM A APLICAÇÃO DO TRF	
MESA	R\$153,00
SAPATA	R\$2,00
GRAMPO	R\$10,00
CORPO DO GRAMPO	R\$18,00
TOTAL	R\$183,00

Tabela 6- Custo com material. Fonte: Própria

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o atual momento econômico que o país passa e a forte competitividade entre as empresas, indústrias buscam cada vez mais redução de custos em seus processos, considerando os desperdícios envolvidos e a capacidade produtiva, o *setup* é uma das principais fontes de perdas.

Este artigo levou em consideração essas primícias para o desenvolvimento da Mesa fixação e grampo onde foi modificada a fixação dos berços da

gravadora *HOT STAMPING*, com a implantação da metodologia do TRF, este estudo mostrou que a essa metodologia além de trazer ganhos produtivos e redução de custos, ela também teve baixo custo para a implantação.

Durante os testes de implantação do TRF nos processos, foi possível identificar que a empresa será capaz de reduzir de 768 para 128 horas de desperdício de tempo com as paradas, totalizando 640 horas ao ano.

Com a implantação a redução do número de peças não produzidas reduz de 61.440 para 10.240, totalizando um ganho de 51.220 peças ao ano.

Além da redução operador hora e máquina hora parados de R\$ 215,32 para R\$ 35,88, totalizando uma economia de R\$ 179,44.

A pesquisa realizada teve escolhido utilizar a metodologia TRF por tratar de uma ferramenta muito importante, para que as empresas possam reduzir seus custos e aumentar seus lucros, aumentando sua produtividade, diminuindo os gastos com mão-de-obra e redução do tempo de *setup*.

Identificamos que com a implementação do TRF será possível diminuir o tempo de uma máquina parada de 2 horas para 20 minutos, aumentando o ciclo da máquina em funcionamento, reduzindo a insegurança para o operador, padronizando o processo, aumentando a vida útil do patrimônio da empresa, tornando as trocas de *setup* rápidas e aumentando a qualidade de seus produtos.

TRF: PROCESS IMPROVEMENT IN HOT STAMPING

ABSTRACT

This article has as fruits, reporting the use of the SMED (English Single Minute exchange of Die) or TRF (Quick tool Exchange) concept, in the quest to achieve better productive performance during setup exchanges. With TRF it is possible to reduce the losses caused by the series or setup changes. The setup is the time due between the last good unit of the previous series produced and the first good unit of the new series produced. Therefore the losses are not limited to the stop of the machine and should also be considered, emptying of deposits at the end of the series, adjustment of the machinery, start of the machines and stop for

cleaning. Today the metallurgical industries are experiencing a moment of instability, due to the current economic moment that the country lives in, beyond the political moment that has caused uncertainty, generating an economic recession, but there is an internal factor that it directly affects the production and that can have direct action of the industry, its time wasted in the processes of materials conformations. Through the application of the TRF process we will be able to reduce the time spent in the exchange of recording media, increasing the quality and generating an efficiency in standardization. Thus a decrease in costs and increased safety in the workplace, also bringing practicality. This TRF system was fundamental for the Toyota production system, because for a lean production without stock is unconditionally required the reduction in setup time.

Key words: SMED, TRF, productivity, process improvement.

REFERÊNCIAS

FLOGLIATO, F. S.; FAGUNDES, P. R. M. ***Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – gestão e produção v.10, n.2, p.163-181, ago.2003.

SHINGO, S. ***O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção***; tradução Eduardo Schaan. 2 ed – Porto alegre: Editora Artmed, 1996.

HARMON & PETERSON, ***Reinventando a Fábrica II***, 2 ed- Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.

HIRANO, H. ***5 S na prática***, 1ed- Editora Imam 1990.