



IMPLANTAÇÃO DE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS (TRF) EM UMA CÉLULA DE LAMINAÇÃO DE PARAFUSOS

IMPLEMENTATION OF SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED) IN A SCREW LAMINATION CELL

Gerson RANNO¹, José ALBINO¹, Sebastiam Johann Batista PERINI¹, Elson MARTINS¹

¹Faculdade de Tecnologia Assessoritec, Matriz – Rua Marquês de Pombal, 287 – Iririu, Joinville – SC, 89227-110.

Recebido: 10/02/2018 – Aprovado: 02/08/2018.

RESUMO

O ambiente competitivo que se apresenta atualmente, onde baixo custo e alta qualidade são exigências para a sobrevivência das empresas, faz com que cada vez mais setores antes não gerenciados passem por reformulações e melhorias visando a atingir o nível de excelência em qualidade e produtividade. Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo implantar a troca rápida de ferramentas (TRF) no setor de laminação de uma empresa fabricante de porcas e parafusos. Para isso, inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica consultando autores conceituados sobre temas como, troca rápida de ferramentas e setup. O trabalho consistiu em uma pesquisa ação na qual foi utilizada como ferramenta a troca rápida de ferramentas, a qual foi aplicada por uma equipe multidisciplinar de profissionais e permitiu diagnosticar a situação atual, registrar o tempo de setup, analisar o mesmo, implementar as ações e padronizar as soluções com relação à padronização de procedimentos de setup, criação do quadro de sombra, organização das ferramentas de laminação e criação do quadro de gestão visual, visando à redução do tempo de setup e cumprimento da meta estabelecida pela empresa.

Palavras-Chave: Troca rápida de ferramenta, setup, laminação.

ABSTRACT

The competitive environment that presents itself today, where low cost and high quality are requirements for the survival of the companies, causes that more and more previously unmanaged sectors undergo reformulations and improvements aiming to reach the level of excellence in quality and productivity. In this sense, the present work aims to implement the rapid tool change (TRF) in the rolling industry of a nut and screw manufacturer. For this, a bibliographical research was initially carried out, consulting authors who were renowned on topics such as quick tool change and setup. The work consisted of an action research in which the rapid tool change was used as a tool, which was applied by a multidisciplinary team of professionals and allowed to diagnose the current situation, record the setup time, analyze the same, implement the actions and standardize the solutions with regard to the standardization of setup procedures, creation of the shadow frame, organization of the lamination tools and creation of the visual management framework, aiming at reducing setup time and meeting the goal established by the company.

Keywords: Single minute exchange die, setup, lamination.

1. INTRODUÇÃO

Na área de laminação de uma empresa fabricante de porcas e parafusos, as máquinas laminadoras possuem grande destaque, tendo grande parcela de contribuição sobre a alta produtividade e qualidade dos produtos comercializados pela empresa. No entanto, uma das dificuldades da empresa consiste nos elevados tempos de setup nas células de laminação, o que possui um impacto negativo sobre a produtividade destes equipamentos. O setup de máquinas é uma atividade inserida dentro da cadeia produtiva e se apresenta como fator importante na produtividade, uma vez que a redução dos tempos de troca de modelos pode influenciar diretamente na produtividade final do processo.

Nesse sentido, torna-se fundamental a implantação de ferramentas e metodologias que possibilitem a redução dos tempos de preparação de máquinas visando à redução do tempo de parada com o objetivo de elevar a produção e aumentar a flexibilidade do sistema produtivo. Conforme Shingo (2000), entre as principais metodologias utilizadas para a redução dos tempos de setup cita-se a Troca Rápida de Ferramentas (TRF), também conhecida como SMED a qual é baseada no modelo Toyota de produção, cujo objetivo é a redução do tempo de máquina parada para a realização do setup e que pode ser aplicada em qualquer fábrica e em qualquer máquina, de forma abrangente na indústria.

Desta forma, é fundamental diminuir o tempo de setup para justificar lotes menores de produção e aumentar a flexibilidade do sistema. Como nas células de laminação da empresa fabricante de porcas e parafusos existem dificuldades relacionadas à organização de ferramentais, dispositivos e demais insumos utilizados no processo, acaba-se elevando ainda mais os tempos de preparação de máquinas. Outro problema encontrado está relacionado ao deslocamento do operador até os depósitos de ferramentas e dispositivos a cada realização de setup, o que eleva consideravelmente os tempos de setup externo. Também cita-se como um dos problemas a falta de padronização dos procedimentos empregados pelos operadores na realização da preparação das máquinas, ou seja, cada operador realiza o setup da sua forma, sem seguir uma sequência lógica e pré-determinada. Assim, somados problemas de organização, ferramentas inadequadas, falta de padronização de procedimentos e deslocamento do operador, acaba-se gerando tempos de setup elevados, prejudicando o andamento do processo.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo geral implantar a troca rápida de ferramentas (TRF) no setor de laminação de uma empresa fabricante de fixadores. Para isso têm-se como objetivos específicos: identificar os principais problemas relacionados à operação de setup na célula de laminação da empresa fabricante de fixadores, separar o setup interno do setup externo, eliminar atividades desnecessárias e converter setup interno em setup externo.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Conceito de preparação de máquinas (Setup)

Observa-se que a troca de produtos e a preparação de máquinas possuem um vasto número de definições em livros e entre os especialistas. Entre os termos mais usados cita-se: setup, troca de ferramenta, troca de modelo de produtos em linhas de montagem, troca de peças, troca de ferramentas de corte, de ferramenta de estampo, de dispositivo de fixação, entre outros (SILVA, 2006).

Desta forma, verifica-se que o setup engloba a preparação para que a produção de um novo modelo ocorra, o que inclui todo o processo de regulagem, troca de ferramentas, dispositivos e outros em um centro de usinagem por exemplo.

Entre as definições de setup cita-se o tempo transcorrido entre o final da produção de uma peça e o início da fabricação de um modelo de peça diferente, no qual é envolvida a parcela de tempo de toda a preparação para reinício do ciclo, ou seja, o tempo despendido na preparação do equipamento para sua habilitação ao reinício das atividades (SHINGO, 2000).

Müller (2007, p.32) comenta que “o termo setup não se aplica apenas à preparação e ao pós-ajuste de uma operação de processamento; refere-se também às operações de inspeção, de transporte e de espera relacionadas à preparação do posto de trabalho”.

Define-se o tempo de setup como o tempo decorrente da troca do processo da produção de um lote até a produção da primeira peça boa do próximo lote. Verifica-se que o setup consiste no tempo que antecede quaisquer atividades que visam o processamento de materiais, e que tenham a interferência de operadores, envolvendo algum tipo de mudança como a troca de ferramentas (MÜLLER, 2007).

Segundo Freire (2015), setup quer dizer um processo de mudança da produção de uma peça para outra, com a utilização da mesma máquina, o que exige a troca das ferramentas da máquina. O tempo de setup é determinado entre a última unidade de peça produzida de um ciclo até a primeira unidade do próximo modelo produzida conforme as especificações de qualidade.

2.2 Troca rápida de ferramenta (TRF)

Pode-se dizer que o objetivo da TRF é a redução e simplificação do *setup*, através da diminuição ou eliminação das perdas relacionadas à operação.

Segundo Graziani (2013), a Troca Rápida de Ferramentas (TRF) é uma metodologia científica de análise de tempos e movimentos que visa reduzir o tempo de preparação de máquinas de horas para minutos, ou mesmo segundos, o que proporciona um aumento considerável da capacidade de produção.

Graziani (2013), afirma que a TRF inclui os conceitos de SMED, OTED e NOTED, conforme mostra o Quadro 1.

Quadro 1: SMED, OTED e NOTED

CONCEITO	SIGNIFICADO	DESCRIÇÃO
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (troca de ferramentas de minuto singular)	O tempo de <i>setup</i> deve ser um número de um dígito – tempos inferiores a 10 (dez) minutos.
OTED	<i>One Touch Exchange of Die</i> (troca de ferramentas em um toque)	O tempo de <i>setup</i> deve ser abaixo de 1 (um) minuto
NOTED	<i>Non Touch Exchange of Die</i> (troca de ferramentas sem toque)	O <i>setup</i> é realizado automaticamente, como em um centro de usinagem com sistemas automáticos de troca de ferramentas e peças.

Fonte: Graziani (2013)

Meirelles (2008) salienta que a redução dos tempos de preparação possibilita a produção econômica em pequenos lotes. O benefício advindo disto é a flexibilização da produção e uma resposta mais rápida às mudanças de mercado. Também, a produção econômica em pequenos lotes possibilita a redução de estoques de produtos prontos e intermediários. As vantagens são claras, com redução do custo do capital de giro, juros e encargos sobre estoque. Lotes menores permitem, ainda, inspeções mais próximas das fontes geradoras reduzindo a perda de produtos defeituosos ao interromper a fabricação logo após a sua identificação.

Na prática, a TRF divide-se em estratégias e técnicas para implantação, ou seja, é a melhoria realizada na ferramenta e na máquina para que na hora que ocorrer o *setup*, as fixações de parafusos, mangueiras e sensores sejam feitas de maneira mais fácil e possam ser utilizadas poucas ferramentas, usando engates rápidos ou a padronização de ferramentas e fixadores (SHINGO, 2000).

De acordo com Shingo (2000) é necessário o estabelecimento de um processo de seleção cuidadosa e colocação dos parafusos necessários em caixas específicas. Também é preciso melhorar o procedimento geral ao realizar todas as atividades possíveis do *setup* externamente. A implantação da TRF no processo produtivo está relacionada diretamente na análise das operações e movimentações realizadas durante o *setup*.

2.3 Máquinas laminadores de parafusos

Conforme Ingramatic (2016), a alta precisão dos trabalhos mecânicos é um requisito indispensável para realizar máquinas de alta eficiência produtiva. Para alcançar esse objetivo não se pode aceitar compromissos sobre a qualidade das partes mecânicas que compõem máquinas fortemente solicitadas como as máquinas laminadoras. A base da máquina é um elemento crítico para o funcionamento de uma máquina e em particular de uma

laminadora, pelo fato de que influencia na precisão, confiabilidade e durabilidade ao longo do tempo. Para esse componente são determinantes a experiência plurianual, a investigação com os mais sofisticados sistemas de simulação e a análise experimental das deformações. A figura 1 (a) e (b) mostra a base da máquina laminadora. De acordo com Ingramatic (2016), a base é fixada a uma plataforma que a sustenta, tendo também a função de tanque de coleta do fluido refrigerante. Do ponto de vista estrutural obtém-se um sistema de alta rigidez e uma gestão ideal dos fluidos técnicos, sem perigo de dispersão no ambiente de trabalho. A aplicação do conceito de modularidade no projeto e construção de máquinas traz grandes vantagens aos utilizadores. Antes de tudo são facilitadas as personalizações da instalação com base nas exigências e nas solicitações do cliente.

Também as intervenções de retrofitting em instalações existentes tornam-se mais fáceis de serem realizadas. As máquinas laminadoras são caracterizadas por um projeto que permite a introdução de acessórios tais como:

Figura 1 – Máquina laminadora: (a) base (b) sistema de modularidade do projeto



Fonte: Ingramatic (2016)

Também as intervenções de retrofitting em instalações existentes tornam-se mais fáceis de serem realizadas. As máquinas laminadoras são caracterizadas por um projeto que permite a introdução de acessórios tais como:

- a) dispositivo de montagem de uma arruela;
- b) dispositivo de montagem de duas arruelas;
- c) unidade de chanfradeira;
- d) sistema de alimentação para parafusos prisioneiros e peças especiais sem cabeça;
- e) dispositivo de polimento para a realização de usinagens especiais no corpo ou na cabeça do parafuso.

O sistema de alimentação dos rebites é uma parte muito importante da máquina laminadora, que se deve integrar perfeitamente com o resto da máquina. A eficiência da instalação é, sobretudo, ligada à funcionalidade dos dispositivos de alimentação, que devem garantir um fluxo contínuo de peças corretamente orientadas

(INGRAMATIC, 2016)

As máquinas laminadoras de pequeno porte, até a série 3, destinadas geralmente à produção de parafusos, são equipadas com um alimentador de vibração. Para peças especiais são também previstos vibradores dotados de sistemas de visão digital, que permitem gerir com a máxima flexibilidade os mais complexos casos de seleção. Nas máquinas laminadoras de porte médio-grande existe a possibilidade de escolher entre o alimentador de vibrador e o sistema de alimentação vertical, conforme demonstrado na Figura 2 (a) e (b) (INGRAMATIC, 2016).

Figura 2 - (a) Sistema de alimentação da máquina (b) sistema de alimentação vertical



Fonte: Ingramatic (2016)

Com a finalidade de tornar a produção sempre mais eficiente, as máquinas laminadoras devem ser equipadas com sistemas de carregamento específicos para a tipologia das peças a trabalhar. O sistema de alimentação vertical é indicado para parafusos pesados e peças especiais com comprimentos longos, ou para máquinas laminadoras grandes com alturas de carga elevadas. O alimentador vertical é composto por:

- a) Uma tremonha de carga de vibração controlada, para fornecer sempre a quantidade correta de peças ao dispositivo de elevação vertical, sem sobrecarregar o recipiente;
- b) Um dispositivo de elevação vertical com taliscas (largura útil 1200 mm) com possibilidade de regulagem da velocidade;
- c) Um grupo de rolos móveis com vibrador linear para a seleção e a orientação das peças antes da introdução nas guias de alimentação.

O sistema permite um alinhamento perfeito com as guias da máquina laminadora, possui regulagem motorizada em altura e uma articulação para variar a inclinação.

As guias de alimentação recebem os rebites do dispositivo de alimentação e os transportam, perfeitamente alinhados e corretamente posicionados, ao grupo de introdução e em seguida às ferramentas. Facilidade de regulagem, estabilidade e resistência ao desgaste são as características que se requerem deste tipo de componentes. As guias das máquinas laminadoras são feitas em aço especial e temperadas na zona de deslizamento, para garantir

uma duração maior no tempo.

As guias são ligadas entre elas na parte superior e o seu amplo campo de regulagem em altura permite carregar facilmente também peças muito compridas. A regulagem da altura das guias é motorizada com a possibilidade de memorizar a posição com referência na peça a produzir. A motorização permite ainda alinhar em automático as guias com o grupo de alimentação de vibração. Nas máquinas de maiores dimensões também é possível dispor da regulagem de abertura/fechamento das guias motorizadas e com pré-configuração (INGRAMATIC, 2016).

3. ESTUDO DE CASO

Este capítulo apresenta uma breve apresentação da empresa, bem como descrição do problema encontrado na área de laminação da empresa fabricante de porcas e parafusos e seus reflexos sobre o setor fabril, as informações coletadas no estudo de campo, a elaboração da proposta de melhoria para o problema encontrado e a estimativa de resultados com a implantação da melhoria.

3.1 Caracterização da empresa

A indústria estudada é a maior empresa de fixadores da América Latina, está há 53 anos atuando em diversos mercados com grande reconhecimento, têm capacidade produtiva de 6 mil toneladas/mês e portfólio de 27 mil produtos agrupados em 436 linhas, para atender a 20 mil clientes em mais de 20 países. Aproximadamente 1.400 colaboradores estão divididos entre as companhias em Joinville/SC, e a empresa de fixadores automotivos, localizada em Sarzedo/MG.

3.1.1 Processo de laminação

O rebite segue conforme programação do Íder para as laminadoras (LA'S) onde é feita a rosca. A Figura 3 mostra a linha de laminação de parafusos.

Figura 3 - Linha de laminação de parafusos

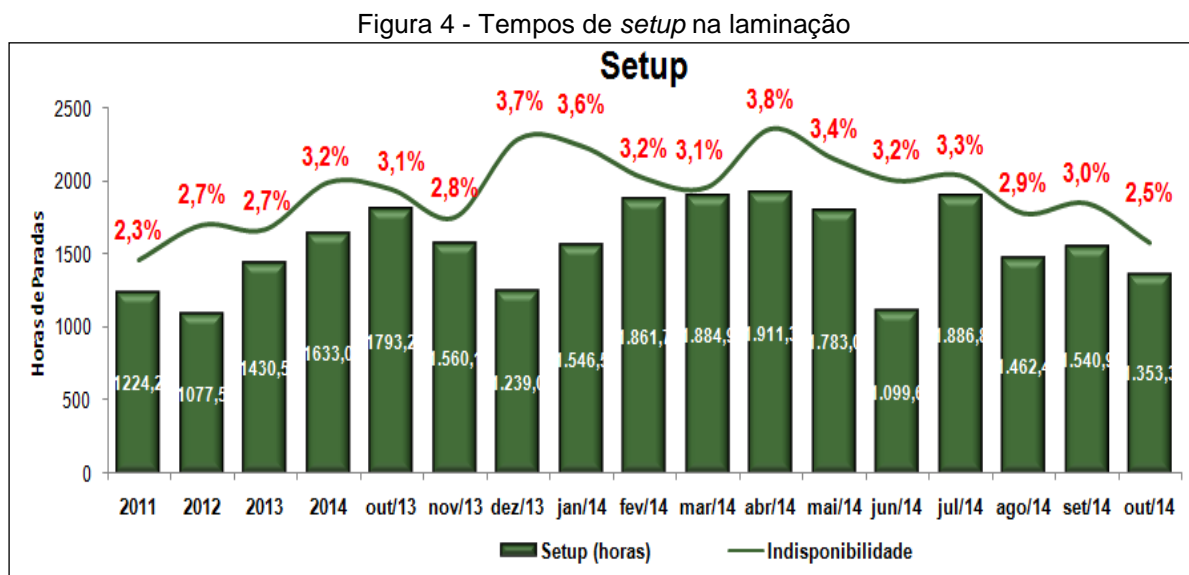


A rosca é feita por meio de ferramentas chamadas pentes de laminação. O pente é composto por duas unidades: um é o pente fixo e o outro é o pente móvel. O rebite passa por uma calha chegando até o empurrador ferramenta responsável em colocar o corpo do rebite no meio dos pentes (móvel e fixo). O pente móvel faz movimentos de vai e vem e quando o rebite chega ao meio dos pentes o corpo do rebite rola prensado entre as duas ferramentas fazendo o perfil da rosca no mesmo. Já o pente fixo fica preso e imóvel na mesa da máquina.

3.2 Descrição do problema

Um dos problemas principais existente nas células de laminação da empresa Ciser - Porcas e Parafusos é o tempo elevado de *setup* que consome muito do operador e reduz a produtividade da empresa. Na Figura 4 são demonstrados os números de horas de parada com *setup* de cada mês e o percentual de indisponibilidade causada por essas horas em relação à quantidade de horas disponíveis. Este percentual de aproximadamente 3,0% corresponde à média de 1500 horas de parada somente por *setup* do setor de laminação da empresa.

Conforme verificado na Figura 4, os tempos de *setup* são responsáveis por grande parte dos tempos de indisponibilidade da máquina, esse elevado número de horas paradas por *setup* corresponde a 20% de todas as paradas da área de laminação conforme Figura 4, e estão muito acima das metas estabelecidas pela empresa que é de 1,7% do total de horas disponíveis para o tempo de *setup* de máquinas de laminação.



3.2.1 Análise do setup

A primeira etapa do processo de implantação da TRF na célula de laminação foi o diagnóstico da situação atual do setup. Para isso, foi realizada uma filmagem detalhada da realização de um setup, onde posteriormente

foi possível verificar os tempos de cada etapa da realização do setup, classificando-os como setup interno e setup externo. Na Tabela 1 são demonstrados esses elementos executados durante a execução do setup das laminadoras LA 094 e LA 104.

Tabela 1 - Tomada de tempos de *setup* das laminadoras LA094 e LA104.

item	Elementos de trabalho	Tempo inicial (hora)	Tempo final (hora)
1	Recebimento dos rebites (PH)	00:00	00:00
2	Desligamento e bloqueio da máquina	00:00	11min
4	Selecionar ferramentas para a troca	11min	48min
5	Pegar ferramentais (pentes de laminação)	48min	01:01
6	Pegar instrumentos de medição	01:01	01:31
7	Passa ar nos dispositivos	01:31	06:05
8	Retirada dos dispositivos (pentes de laminação)	06:05	07:32
9	Instalação dos pentes de laminação	07:32	07:48
10	Regulagem dos pentes de laminação	07:48	08:28
11	Desbloquear e ligar a máquina	08:28	08:58
12	Realizar a operação em modo automático	08:58	10:23
13	Realizar medições do parafuso com paquímetro e micrômetro	10:23	11:11
14	Realizar medição do parafuso com projetor de perfil	11:11	13:55
15	Fazer ajustes finais	13:55	14:23
16	Acompanhar produção e liberar máquina	14:23	14:52
17	Preencher fichas de controle dimensional	14:52	15:11
18	Levar instrumentos e ferramentais para a ferramentaria	15:11	15:22

Esta tabela demonstra as etapas do *setup* com seus respectivos tempos cronometrados, abrangendo desde o recebimento dos rebites pré-conformados, bem como a classificação entre *setup* interno ou *setup* externo. Entre as causas de maior impacto no tempo total de TRF, foram identificadas a locomoção do operador até as áreas de apoio para a retirada de recursos para o *setup*, elevando consideravelmente o tempo de *setup* externo, a falta de organização das ferramentas manuais utilizadas pelo operador, a falta de organização dos ferramentais de laminação e a falta de procedimentos padronizados para a realização do *setup*. Depois desse levantamento das principais causas que geraram o elevado tempo de *setup*, passou-se a atacar cada uma das causas individualmente, visando eliminá-las ou reduzir o tempo consumido pelo operador ao máximo possível, os tópicos a seguir apresentam-se as principais causas para o tempo elevado de *setup* na célula de laminação da empresa. Após a classificação e análise dos elementos do *setup*, a fim de converter o *setup* interno em externo e diminuir os tempos de cada *setup*, foi elaborado um plano de atividades a serem realizadas.

Para isso, foram levantadas ações para diminuir o tempo das atividades externas, foram tomadas ações como treinamento de todos os operadores da célula sobre a metodologia TRF, a definição do armazenamento dos ferramentais de laminação, como pentes e ferramentas de laminação, a definição do abastecimento dos recursos

na célula máquina, como ferramentas, dispositivos, instrumentos de medição e documentos da peça, entre outros.

Foram tomadas ações de 5S na célula para que os operadores pudessem ter todas as ferramentas necessárias de auxílio ao *setup* disponível e em local definido, evitando que o operador tivesse de buscá-las durante o *setup*. Foi disponibilizado um quadro de gestão à vista, para colocar os novos indicadores para a célula, bem como os procedimentos e leiaute de entradas e saídas dos recursos da célula.

3.2.2 Falta de organização dos ferramentais de laminadora

Ao realizar a análise detalhada para identificar as causas dos elevados índices de *setup* interno e *setup* externo, verificou-se que um dos pontos onde ocorre mais perda de tempo por parte do operador é a seleção dos ferramentais de laminação para serem utilizados no processo.

Desta forma, os ferramentais utilizados no processo de laminação de parafusos na célula encontram-se dispostos em diversos lugares do setor sem nenhuma forma de identificação, organização que facilite ao operador encontrá-las para realização do processo de *setup*, aumentando assim, o tempo.

3.2.3 Falta de organização das ferramentas manuais

Outro problema identificado pela equipe de implantação do TRF foi à falta de organização das ferramentas manuais utilizadas pelo operador, as quais ficavam dispostas dentro de uma gaveta sem qualquer forma de organização.

3.2.4 Falta de gestão visual

Ainda na análise dos tempos de *setup*, do setor, verificou-se que não havia um método adequado para gestão visual de todos os envolvidos na área, onde pudessem acompanhar todos os indicadores do setor. Havia um quadro sem organização de informações.

3.3 Execução das ações

Depois de analisar as principais causas e elaborar o plano de ação, iniciou-se a implantação das melhorias.

3.3.1 Padronização do *setup*

Uma das dificuldades relacionadas ao *setup* interno das laminadoras era a falta de padronização dos movimentos e sequência dos procedimentos de *setup* realizados por cada operador, ou seja, cada um dos operadores realizava os procedimentos da sua forma, o que gerava também diferenças nos tempos de *setup* de um operador para outro. Foi feito um estudo de tempos e métodos e foram verificados quais os procedimentos utilizados por cada operador que eram mais eficientes. Em seguida, foram criadas instruções de trabalho padronizadas para que fossem seguidas por todos os operadores. O Quadro 2 demonstra uma parte desse procedimento técnico que deve ser seguido no momento do *setup*.

Quadro 2 - Procedimentos técnicos para realização do *setup*

ITEM	ELEMENTOS DE TRABALHO	Nº POP
1	Recebimento dos rebites (PH)	01
2	Desligamento e bloqueio da máquina	02
3	Selecionar ferramentas para a troca	03
4	Pegar ferramentais (pentes de laminação)	04
5	Pegar instrumentos de medição	05
6	Passa ar nos dispositivos	06
7	Retirada dos dispositivos (pentes de laminação)	07
8	Instalação dos pentes de laminação	08
9	Regulagem dos pentes de laminação	09
10	Desbloquear e ligar a máquina	10
11	Realizar a operação em modo automático	11
12	Realizar medições do parafuso com paquímetro e micrômetro	12
13	Realizar medição do parafuso com projetor de perfil	13
14	Fazer ajustes finais	14
15	Acompanhar produção e liberar máquina	15
16	Preencher fichas de controle dimensional	16
17	Levar instrumentos e ferramentais para a ferramentaria	17

Por meio da padronização do *setup* foi possível otimizar o processo, através da realização dos procedimentos mais rápidos e eficientes utilizados pelos operadores dos 2 turnos auxiliando na redução dos tempos de *setup*.

3.3.2 Organização dos ferramentais de laminadora

A organização dos ferramentais de laminadora foi uma das etapas mais importantes para eliminar o tempo de *Setup* Externo, tendo em vista que o operador de TRF precisa de agilidade para encontrar os ferramentais e atender às solicitações de recursos de toda a fábrica. Por isso, utilizou-se os princípios do 5S para a organização e identificação de todos os ferramentais de laminadora.

Com a organização dos ferramentais de laminadora, ficou muito mais fácil e rápido encontrar os ferramentais solicitados pelos operadores da célula de laminação. Pois as ferramentas de laminação que antes ficavam na própria célula, dentro de gavetas e armários, agora passaram a ser de responsabilidade da área do gerenciamento de ferramentas, uma vez que os mesmos ficam encarregados do armazenamento, limpeza e conservação das ferramentas, o que melhorou o processo e também a organização do setor.

3.3.3 Organização das ferramentas manuais

Um dos problemas citados anteriormente foi à falta de organização das ferramentas manuais utilizadas pelo preparador na realização do *setup* interno, o que prejudicava o processo. A Figura 5 demonstra o quadro de sombra implantado em cada máquina da célula de laminação.

Figura 5 - Quadro de sombra



Conforme visto na Figura 5, o quadro de sombra possibilita a rápida localização das ferramentas a serem utilizadas, auxiliando na redução dos tempos de *setup* interno.

3.3.4 Implantação da gestão visual

Conforme citado anteriormente, na célula de laminação não havia um quadro de gestão visual adequado que permitisse aos envolvidos, o acompanhamento de todos os indicadores do processo.

Para solucionar o problema foi implantado um novo padrão para o quadro de gestão visual na célula. Com a implantação do novo padrão de gestão visual na célula de laminação possibilitou-se aos operadores o acompanhamento de todos os indicadores do setor com maior facilidade e melhor visualização.

O preenchimento dos gráficos de TRF na célula e suma importância para a gestão visual de supervisores, lideranças para verificar eficácia da metodologia implantada.

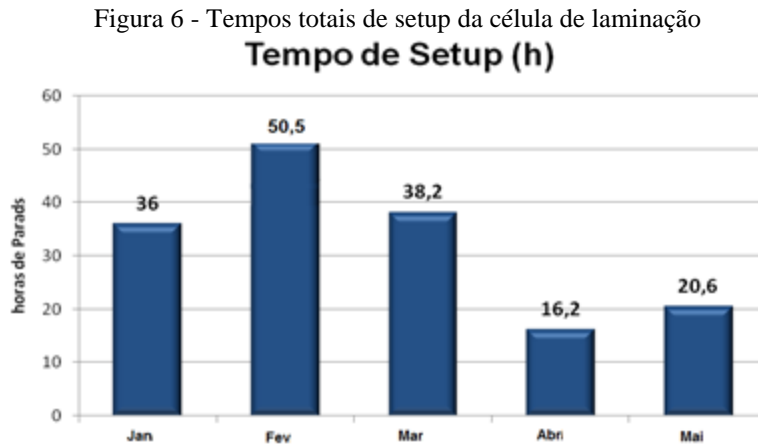
4. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com a implantação de todas as ações relacionadas ao plano de ação que incluiu desde a padronização do *setup*, organização dos ferramentais de laminadora, organização das ferramentas manuais e a implantação da gestão

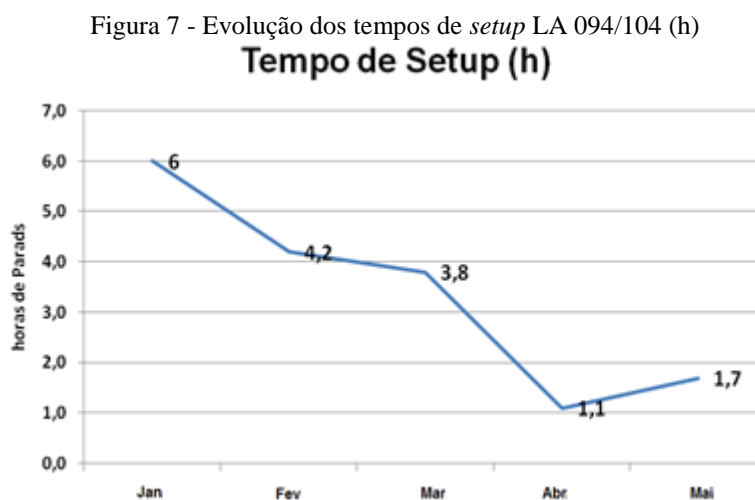
visual, foram obtidos importantes resultados quanto à redução dos tempos totais de *setup*.

O *setup* foi analisado com um novo operador no posto, evidenciando que após a definição do novo procedimento o padrão de trabalho garante a sustentabilidade dos ganhos.

Na Figura 6, tem-se um acompanhamento da quantidade de horas de parada por *setup* nas máquinas onde foi implantada a metodologia nos meses posteriores a implantação.



A Figura 7 mostra a quantidade de *setup* no período de janeiro a maio, melhorando a flexibilidade da produção e aumentando o tempo de disponibilidade dos equipamentos aumentando o número de peças produzidas na célula. A fim de monitorar a diminuição da quantidade de horas paradas por *setup* nesta célula, foi montado um indicador, que correlaciona o tempo da realização do *setup* e a quantidade de *setup* realizados na célula. O resultado desse cruzamento gerou o indicador de tempo médio mensal de *setup* mostrado na Figura 7 que comprova a diminuição dos tempos de *setup* e a sustentabilidade do projeto.



Conforme verificado na Figura 7, os tempos médios de *setup* sofreram uma redução contínua até o mês de abril

chegando a 1,1 horas, e em maio chegando a 1,7 horas, demonstrando a eficiência do projeto implantado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho evidenciou a importância do gerenciamento e melhoria dos processos fabris para reduzir tempos de *setup*. Através da otimização dos processos consegue-se elevar a produtividade através da redução dos índices de máquina parada. O *setup* externo que representava uma das grandes dificuldades do processo de *setup* de laminadoras passou de 2 horas e 13 minutos para 25 minutos. A diminuição do *setup* externo ocorreu porque essa atividade foi repassada as áreas de apoio, as quais realizaram a coleta de todos os recursos para *setup*. Além disso, outras propostas como a organização das ferramentas manuais e ferramentais da laminadora, além de representar um grande ganho com relação ao *setup* interno representam uma grande melhoria na ergonomia do processo. Desta maneira foi evitado o desgaste físico dos operadores e a realização de improvisações para substituição dos pentes de laminação.

O quadro de gestão visual possibilitou a todos os envolvidos no processo a interação com todos os indicadores, metas e objetivos traçados pela empresa, servindo como um fator de motivação para o alcance das metas.

O objetivo geral era implantar o conceito de troca rápida de ferramentas (TRF) no setor de laminação de uma empresa fabricante de parafusos e porcas foi atingido com êxito, uma vez que foram implantadas melhorias em diversos aspectos do *setup* e os resultados obtidos foram bastante positivos.

Com relação ao *setup* interno, obtiveram-se ganhos significativos com as melhorias implantadas. Além disso, o tempo variava muito de um operador para o outro. Com o novo procedimento, todas as ferramentas vêm com todas as suas dimensões já definidas na etiqueta de acordo com o plano de ferramentas.

Outro aspecto a ser evidenciado foi o tempo total de *setup* das máquinas estudadas. Inicialmente era de 16 horas e 14 minutos e após as melhorias passou para 3 horas e 51 minutos o que representa uma redução de 78%. É importante enfatizar a sustentabilidade do projeto, pois a solução foi padronizada e através do monitoramento dos processos verificou-se que os tempos de *setup* vêm se mantendo baixos e com a tendência de redução. A consequência é o aumento de flexibilidade da produção, pois com o aumento da disponibilidade das máquinas, pode-se aumentar a quantidade de itens a serem produzidos na célula.

6. REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. **Qualidade total**: Padronização de empresas. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade**: conceitos e técnicas. 2ºed. São Paulo. Atlas. 2012.

CISER – PARAFUSOS E PORCAS. **Histórico da empresa.** Disponível em:
<<http://www.ciser.com.br/sobre/historico>> Acesso em: 20 dez. 2017.

DAYCHOUM, Merhi. **40 ferramentas e técnicas de gerenciamento.** Rio de Janeiro, 2007.

FREIRE, Luiz Meira. Institute Brasil. **Troca rápida de ferramentas.** Disponível em: <<http://www.lean.org.br>>. Acesso em: 03 nov. 2017.

GRAZIANI, Álvaro Paz. **Sistemas de produção:** livro didático / Álvaro Paz Graziani; design instrucional Marina Cabeda Egger Moellwald. Palhoça: Unisul Virtual, 2013. 228 p.

INGRAMATIC. **Máquinas laminadoras de parafusos. (2016).** Disponível em:
<www.sacma.ru/.../210x148_WT_INGRAMATIC_PORTUGUESE.pd...> Acesso em: 22 dez. 2017.

MEIRELLES, Fabrício Menegoni. **Implantação da troca rápida de ferramentas em uma indústria siderúrgica.** Trabalho de Conclusão do Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia. Porto Alegre, 2008.

MÜLLER, Roger Mário. **Integração do método SMED ao método de custeio abc no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup.** Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica do Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2007.

SHINGO, S. **Sistemas de Produção com Estoque Zero: O Sistema Shingo para Melhorias Contínuas.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, Shingeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramenta.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, Eduardo Gonçalves. **Soluções para trocas rápidas e flexibilidade.** (2006) Disponível em:
<<http://www.rekon.com.br/Flexibilidade2.htm>> Acesso em: 30 out. 2017.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino; **As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos.** Belo Horizonte - MG. Editora de Desenvolvimento gerencial, 1995.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços.** Curitiba : UnicenP, 2007.