

UM ESTUDO SOBRE TROCA RÁPIDA DE FERRAMENTAS EM UM CENTRO DE TRABALHO DE UMA METALÚRGICA DE MÉDIO PORTE LOCALIZADA NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO

¹Evandro Rodrigo Ruiz; ¹theevandro@hotmail.com; ¹Universidade de Araraquara (UNIARA)

RESUMO: *O sistema de troca rápida de ferramentas é fundamental para a manufatura enxuta, a sua finalidade é conseguir melhorar o tempo de configuração e eficiência das máquinas, algo que é necessário para diminuir custos que em larga escala, podem ser altamente prejudiciais para uma indústria. O objetivo desse trabalho é descrever uma proposta de implantação da Troca Rápida de Ferramentas em uma indústria de médio porte do segmento de equipamentos eletromecânicos de transferência de fluidos localizada no interior do estado de São Paulo e expor os possíveis resultados. Para tanto o trabalho se apoia em revisão bibliográfica e em um estudo de caso. Os resultados dessa pesquisa indicaram que o sistema de troca de ferramentas é capaz de otimizar o período de funcionamento de uma máquina, além de melhorar o sistema de produção.*

PALAVRAS-CHAVE: *Troca rápida de ferramentas, tempo de configuração, produção enxuta.*

ABSTRACT: *The Single Minute Exchange of Die (SMED) is essential for lean manufacturing, its purpose is to improve the time of configuration and efficiency of the machines, something that is necessary to reduce costs which, on a large scale, can be highly harmful for an industry. The aim of this work is to describe a proposal for the implantation of the Single Minute Exchange of Die in a medium-sized industry in the segment of electromechanical fluid transfer equipment located in the interior of the state of São Paulo and to expose the possible results. To achieve the proposed objective the work is supported by a bibliographic review and a case study. The results of this research indicated that tool change system is able to optimize the period of operation of a machine, in addition to reducing its maintenance costs and improving the production system.*

KEYWORDS: *Single Minute Exchange of Die, setup time, lean manufacturing.*

1. Introdução

O foco desse trabalho está na Troca Rápida de Ferramentas (TRF) que se trata de um método que visa aumentar o processo de flexibilização da manufatura. De acordo com Fogliatto e Fagundes (2002) a flexibilidade em um sistema produtivo significa atender a demanda com estoques mínimos e minimizar o tempo de preparação. Contudo, o processo de implantação da TRF deve ser gerido de forma assertiva, para evitar possíveis problemas em curto e longo prazo (MONDEN, 2015).

Em um contexto de uma instabilidade de mercado, processos como a TRF como uma técnica que possibilita mudanças para a cadeia de produção do empreendimento, a fundação da TRF é a redução do período de ociosidade de máquinas por intermédio da melhoria dos processos de transição (BLACK, 2001).

Isto posto, operações de modificações de produtos, mudanças de ferramentas ou ajustes são conhecidas como pontos de operações de configuração ou mudanças de configuração. Durante a execução desse tipo de processo, considera a não existência de valor agregado sobre o produto, pois há desperdício de tempo e custos são adicionados à cadeia logística, sem valor direto com a sua criação.

Quando os períodos nas operações de configuração são consideráveis, torna-se fundamental a construção de lotes de produção maiores, e, conseqüentemente, criar estoque para a indústria, o custo de produção pode aumentar de forma considerável. Logo, o tempo gasto nas trocas de ferramentas é considerado um desperdício, e, por esse viés, deve ser diminuído ou se possível extinto. Vários modelos do TRF foram aplicados em indústrias ao longo dos anos, assim como estudos voltados ao aumento da velocidade da cadeia produtiva e tempo de resposta de máquinas (BRÜSKE *et al.*, 2018).

A TRF é um processo criado por Shiego Shingo (que é visto como uma das maiores mentes da engenharia), o termo em inglês é *Single Minute Exchange of Die* (SMED). Os estudos de Shingo ganharam força sendo uma verdadeira revolução no setor industrial, em decorrência das suas várias pesquisas e estudos sobre a área de gestão e melhoria no processo de produção. A TRF é fundamental para a atenuação dos desperdícios em uma cadeia de produção, isto posto, um processo de maior eficiência pode ser executado (BARDUZZI, 2016).

Por essa análise, o sistema de troca rápida de ferramentas propõe a minimização do tempo ocioso de cada máquina, assim, é possível diminuir o período necessário para a troca de ferramentas de uma máquina, também conhecido como tempo de preparação.

A aplicação da TRF tem ênfase no setor automotivo e em linhas produtivas, contudo, pode ser utilizado em um vasto leque de empresas.

O ambiente dessa pesquisa se trata de uma empresa de médio porte do ramo metalúrgico localizada no interior do estado de São Paulo. O principal problema enfrentado pela empresa e que gerou a necessidade desse trabalho é o alto período de configuração das trocas de ferramentas ou altos tempos de configuração, no setor de metalurgia.

O objetivo desse trabalho é descrever uma proposta de implantação da Troca Rápida de Ferramentas em uma indústria de médio porte do segmento de equipamentos eletromecânicos

de transferência de fluidos localizada no interior do estado de São Paulo e expor os possíveis resultados.

A pesquisa teve como base, primeiramente, uma revisão bibliográfica para consolidar conceitos e investigar trabalhos que implantaram a TRF, com essa base teórica, o trabalho passa para o segundo momento, que é coletar dados e mostrar que TRF gera ganhos para empresa do estudo.

Esse artigo foi organizado em 5 seções mais as referências. A seção 1 – introdução – apresenta o trabalho ao leitor; a seção 2 – referencial teórico – aborda a fundamentação teórica sobre a TRF; a seção 3 – método da pesquisa – expõe as etapas de condução dessa pesquisa; a seção 4 – estudo de caso; e por fim a seção 5 – conclusões e considerações finais.

2. A Troca Rápida de Ferramentas

O sistema de troca rápidas de ferramentas é um dos vários métodos de produção enxuta para reduzir o desperdício em um processo de fabricação, algo que tem grande impacto em qualquer indústria. Ele se baseia no tempo de configuração de um produto para a produção de outro (também conhecido como tempo de mudança), algo que normalmente é visto como um desperdício para a fabricação. Por isso, o SMED se baseia em observar atividades que representam custos “ocultos” para uma empresa. A sua finalidade é reduzir o tempo de troca ao máximo (SILVA; SILVA; SILVEIRA, 2015).

Esse processo pode ser compreendido como uma proposta de baixo custo com embasamento no método Kaizen (melhoria contínua). Contudo, é importante enfatizar que o crescimento do sistema Toyota foi o grande responsável pela disseminação da TRF pelo globo. O sistema de redução do tempo de configuração pode ser aplicado em diversos tipos de fábricas e máquinas.

O método proposto é baseado na categorização de todas as configurações internas e externas. Sendo que as atividades internas são aquelas que podem ser realizadas apenas quando a máquina não está em funcionamento. Por outro lado, os agentes externos são os que podem ser conduzidos ainda que o equipamento esteja em execução. Os processos de configuração internos e externos englobam diversas operações, como preparação da máquina, ferramentas de montagem e remoção, configurações, calibrações, além de testes e ajustes (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2011).

O método de troca de ferramentas é dividido em quatro partes, uma fase preliminar onde os

processos internos e externos não são diferenciados, o primeiro estágio (onde ocorre a segmentação desses tipos de processos), a segunda fase (onde as atividades internas são convertidas em externas), a terceira com foco em aumentar a velocidade em todos os aspectos de operações de configuração, e a quarta etapa que é a execução de atividades de configuração paralelas.

Embora esse método já possua mais de duas décadas de aplicação, várias empresas ainda falham em sua segmentação, pois é preciso que as suas etapas sejam adaptadas à realidade da empresa. Por isso, além de melhorar a velocidade e gestão de recursos, é necessário que o empreendimento também se preocupe com os seus aspectos organizacionais (FOGLIATTO; FAGUNDES, 2011).

3. Método da pesquisa

O método de pesquisa se apoiou em revisão bibliográfica e um estudo de caso. Nessa pesquisa, foi realizada uma proposta de intervenção para aplicação do sistema de troca rápida de ferramentas em uma empresa localizada em uma empresa de médio porte no interior de São Paulo

Em primeira análise, o processo foi aplicado para encontrar em quais vertentes dessa metalúrgica a TRF deverá ser implantada, para isso, deverá ser analisado onde está sendo desperdiçado mais tempo na cadeia de produção, para isso é preciso utilizar indicadores de custos, pois nem sempre as máquinas que demoram mais tempo para se fazer o tempo de configuração, são as que têm o maior custo. Segundo Barbosa (2015) é possível ter máquinas que são maiores e fabricam peças mais complexas, e mesmo com um custo maior, leva menos tempo de configuração.

Por isso, a primeira parte da aplicação do TRF será a análise de tempo e de custos das máquinas, e assim criar uma lista de prioridades de onde deve ser iniciada da TRF. Consequentemente, as máquinas que serão implantadas são àquelas em que o tempo de configuração e o custo forem maiores.

Segundo Barbosa (2015) para assegurar o sucesso da aplicação dessa ferramenta na empresa, será necessário a identificação das suas operações internas e externas. Portanto, as seguintes etapas deverão ser realizadas:

- 1) Observação das principais mudanças que poderão ser realizadas na metalúrgica
- 2) Identificação e separação dos processos internos e externos
- 3) Conversão das operações internas em externas
- 4) Determinação de soluções que irão permitir melhorias nas operações internas, ou seja, a diminuição do período perdido quando as máquinas não estiverem em funcionamento
- 5) As operações externas também deverão ser diagnosticadas e melhoradas
- 6) Finalmente, todos os dados e resultados obtidos deverão ser observados, e as etapas anteriores deverão ser repetidas até que as metas pré-estabelecidas sejam alcançadas.

A proposta de aplicação do sistema de troca rápido de ferramentas será realizada em quatro etapas distintas:

- Primeira etapa: Identificar e separar as configurações internas e externas.

Essa fase é basicamente uma etapa para reunir informações relevantes sobre o procedimento de configuração atual da máquina. A etapa ajuda a reduzir o tempo de configuração em até 50%. As configurações externas são atividades realizadas enquanto a máquina está funcionando e é executada com antecedências para ganhar tempo ao configurar o equipamento.

As configurações internas são atividades realizadas apenas quando a máquina está parada ou em espera, e só pode ser reestabelecida quando a máquina tiver encerrado a sua operação anterior. Para realizar essa etapa na empresa, os operadores deverão ser capazes de completar todas as configurações internas para o próximo produto antes que a máquina termine de processar o produto anterior.

- Segunda etapa: Conversão de processos internos para externos

Esse é um processo complexo e demorado para a implantação de um sistema de troca de ferramentas. Contudo, melhorando ou transferindo algumas atividades internas para externas, é possível aumentar o tempo de funcionamento da máquina de um produto para outro. A maior parte da configuração externa não são vistas no campo de configuração interna, como limpeza, manuseio do produto, coleta de ferramentas e acessórios, etc.

- Terceira etapa: Reorganização de todos os processos de configuração

O ambiente de trabalho deverá ser organizado de forma adequada, localizando as ferramentas em seu ponto de uso mais próximo e se certificando que as máquinas e acessórios estejam funcionando corretamente. Ajustes que auxiliam na diminuição das atividades internas devem ser colocados em prática, como o uso de fixadores e pinos de localização. Essa etapa é fundamental para evitar retrabalho na cadeia de produção.

- Quarta etapa: Execução de atividades de configuração paralelas

A padronização de componentes, peças e matéria prima pode melhorar e até mesmo eliminar as atividades de configuração. Uma prática contínua de processos de configuração pode ser documentada, pois é vital para colaboradores e engenheiros para reduzir o tempo de configuração. Por isso, as ideias para facilitar esse processo devem ser estudadas de acordo com a realidade de cada máquina, para que possam ser colocados em prática e possíveis melhorias sejam realizada.

3. Estudo de caso

Para permanecer no mundo competitivo, as empresas metalúrgicas, devem expandir sua taxa de produção. Para melhorar a taxa de produção, a troca rápida de ferramentas busca a realização de troca entre uma peça e outra com perda de no máximo 10 minutos (SHINGO, 2000). A manufatura enxuta tem muitas ferramentas para melhorar o nível de produção de uma máquina. A máquina em questão é um centro de usinagem, com uma média de troca de ferramentas diária de 1 hora e 30 minutos, esse dado foi coletado durante dois meses de trabalho. A estrutura desse caso foi propor um sistema de troca de ferramentas compatível, com os principais erros detectados nessa empresa, que podem ser observados no Quadro 1.

Uma ferramenta enxuta como a troca rápida de ferramentas pode ser usada para melhorar a eficiência de uma máquina. Esta ferramenta é poderosa quando se trata de melhorar a produção global de uma máquina. O objetivo deste estudo é avaliar as perdas por parada dessa máquina de usinagem, demonstrando quais métodos e processos podem ser utilizados para melhorar a sua eficiência e tempo de resposta.

QUADRO 1 – Principais erros detectados na máquina de usinagem na empresa do estudo.

Problemas detectados na máquina de usinagem da empresa do estudo
Perde-se em média 1:30 Horas com tempo de configuração, que é a busca e montagem das ferramentas necessárias para execução da operação e preparação da primeira peça.
Desse período, 30 minutos é gasto em separação e realização de montagens das ferramentas.
Uma hora é gasto com configuração da primeira peça, que consiste em ajuste da peça e ferramentas, montagens de componentes como morsas, placas e dispositivos de fixação.

Fonte: O próprio autor.

A eficiência geral do equipamento foi inicialmente usada por Seiichi Nakajima na década de 1980. Visou como uma métrica quantitativa para medir a produtividade do equipamento de produção em uma fábrica. Esta métrica ganhou popularidade significativamente nos últimos anos à medida que revelar e medir custos ocultos ou irrelevantes relacionados a um equipamento. Em qualquer indústria, espera-se que os equipamentos produzam produtos de boa qualidade com uma capacidade esperada de 100 por cento, mas a melhoria não pode ser realizada sem medição.

O conceito eficiência de uma máquina é o resultado do produto de três indicadores que são disponibilidade, performance e qualidade, buscando sempre 100 por cento. Sabendo-se que não consegue chegar ao 100 por cento, mas buscando a aproximação do mesmo, para isso a troca rápida de ferramenta auxilia na melhoria de fatores que afetam as perdas. Portanto, a diferença entre o ideal e a situação atual do equipamento é causada por perdas.

Foi constatado que essa máquina estudada possui um período considerável de inatividade, e essa utilização corrobora em perdas em pontos de configuração da primeira peça. Ademais, constata-se a necessidade de uma maior quantidade de ajustes para a melhora do desempenho do equipamento.

Durante o início do ciclo de uma peça, é realizado a montagem das ferramentas com a máquina parada, algo que poderia ser realizado com a máquina trabalhando durante a execução da peça anterior. Após as montagens de ferramentas, começa a realização de fixação da peça, onde exige ajustes nos dispositivos de fixação e ferramentas de acordo com cada peça a ser executada, nesse momento também tem perda de tempo considerável que devem ser melhorados agregando itens como uso de fixadores fixos e pinos de localização que são de custos baixos para empresa podendo ser executado dentro da mesma. Para os ajustes de ferramentas existem equipamentos

externos que auxiliam no ganho de tempo e precisão da configuração das ferramentas com a máquina, esses dispositivos tem um custo mais alto, mas que a longo prazo irá dar retorno lucrativo para a empresa.

Em curto prazo, a proposta mais viável é melhorar o tempo de configuração da máquina, pois foi observado que esse período é muito longo, algo que evidentemente prejudica a cadeia de produção do local. Com isso, é preciso analisar quais são os parâmetros do sistema de troca de ferramentas que podem ser aplicados para essa finalidade, durante a preparação da primeira peça.

Seja em uma empresa de pequeno ou grande porte, as perdas de produção sempre têm um impacto maior, e o resultado disso é o surgimento de problemas inesperados durante o processo de fabricação e de rotina da empresa. A quantidade de tempo perdida ocorre devidos a fatores que podem ser melhorados no dia a dia, buscando sempre o ganho de tempo em tarefas a serem executadas. Por isso, o sistema de troca de ferramentas propõe ações corretivas para reduzir as perdas, impactos financeiros e obter um melhor planejamento.

O sistema de troca de ferramentas é um dos muitos métodos de produção enxuta para reduzir o desperdício em um processo de fabricação que tem um grande impacto em qualquer indústria de manufatura. O tempo necessário para configurar a produção do produto atual para a configuração do próximo produto é conhecido como tempo de configuração e é normalmente considerado um desperdício, uma vez que essa mudança é uma atividade de valor não agregado que adquire custos ocultos. Como as máquinas não estão funcionando durante os tempos de troca, este tempo tem que reduzir o máximo possível.

6. Considerações finais

Para obter uma vantagem competitiva para qualquer empresa de produção, a melhoria contínua é um elemento essencial. A empresa para isso precisa analisar métodos de melhorar o seu sistema logístico e evitar desperdícios, o desempenho do equipamento e a estabilidade do processo são os principais fatores dos quais o sistema de troca de ferramentas pode auxiliar.

O objetivo deste trabalho é avaliar e propor uma forma de aplicar o sistema de troca de ferramentas em uma metalúrgica identificando as perdas relacionadas na máquina de produção. O sistema de troca de ferramentas é um método da manufatura enxuta que é usada para melhorar a eficiência de uma máquina.

Configuração e ajuste, quebra, velocidade reduzida, rendimento reduzido, marcha lenta e

pequena parada e defeito no processo são as seis principais perdas responsáveis pela otimização de uma máquina.

Antes de aplicar a troca de ferramenta rápida, espera-se que a empresa encontre uma diferença considerável entre o período inicial de configuração e o resultado esperado.

Referências

BARDUZZI, J. **Avaliação do uso de troca rápida de ferramentas em fornecedores de usinagem do Estado de São Paulo**. 2016. Dissertação de mestrado – Universidade Nove de Julho - São Paulo, 2016.

MONDEN, Y. **Sistema Toyota de Produção: uma abordagem ao just-in-time**. 4a. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

BRÜSKE, F., FLEIG, R., BAPTISTELLA, I., KEINE, S. Aplicação da metodologia troca rápida de ferramenta em uma metalúrgica. Universidade do Estado de Santa Catarina, **Revista de Gestão e Engenharia**, v.5, n.1, p.1-14, jan./jun. 2018

FOGLIATTO, F. S.& FAGUNDES, P. R. **Troca rápida de ferramenta: proposta metodológica e estudo de caso**. Artigo científico Porto Alegre. 2002. Disponível em www.scielo.br/pdf/gp/v10n2/a04v10n2.pdf. Acesso em 31 de outubro de 2020.

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. Disponível em redalyc.uaemex.mx/pdf/810/81011748011.pdf. Acesso em 09 de fevereiro de 2011.

SILVA, M.F. SILVA, D.R. SILVEIRA, C.G. Utilização dos conceitos de troca rápida de ferramentas em um processo de fabricação de filtros de cigarros. **ENGEP XXXV**, edição. Fortaleza, 2015.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, Ernani Cesar. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. 2 ed. Novo Hamburgo, RS: Feevale, 2013.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramentas: Uma revolução nos sistemas produtivos**. Porto Alegre, RS: Bookman, 2000.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre, RS: Bookman 2001.