

SMED e Redução do Tempo de Setup em um Processo Produtivo

André Luis Almeida Bastos (FURB / UNIFEFE / UNIFACVEST / ESNT) - prof.abastos@gmail.com
Eduardo Henrique Loffagen (FURB) - eduardoloffagen@hotmail.com
Rodrigo dos Santos Cardoso (FURB) - rodrigocardososc@hotmail.com

Resumo:

Este artigo objetiva descrever um estudo de caso com aplicação da metodologia de Troca Rápida de Ferramentas – TRF, ou SMED, em uma prensa de conformação, conhecida como blanqueadora W, em uma planta industrial. A proposta inicial do grupo de trabalho da empresa consistia em propor uma solução para o alto tempo de *setup* ocorrido nesta máquina, adotando a metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo. A aplicação resultou em uma redução média no tempo de *setup* de 79,56%. Com o estudo pode-se observar que houve uma redução considerável no tempo de *setup*, aumentando o tempo disponível da máquina e sua capacidade produtiva com mais qualidade e confiabilidade no período de entrega das peças. Os resultados mostraram-se satisfatórios quando aplicado no equipamento, tornando os processos da empresa mais flexíveis, pela possibilidade de aumento do mix, redução do tempo de resposta e consequentemente, contribuindo para uma maior competitividade no mercado mundial.

Palavras-chave: TRF; Setup; Processo Produtivo

SMED and Setup Time Reduction in a Production Process

Abstract

This article aims to describe a case study with application of SMED method in a forming press, known as W blanqueadora in an industrial plant. The initial proposal of the company's working group was to propose a solution to the high setup time occurred on this machine, adopting the SMED method developed by Shigeo Shingo. The application showed a mean decrease in 79.56 % of setup time. With the study can be seen that there was a considerable reduction in setup time, increasing the available time of the machine and its production capacity with higher quality and reliability in the delivery period of the parts. The results showed satisfactory results in the application of the method to the equipment, making the processes more flexible company, the possibility of increasing the mix, reducing response time and thus contributing to greater competitiveness in the world market.

Keywords: SMED, Setup time; Production Process.

1. Introdução

As empresas buscam cada vez mais o aumento de produtividade, e consequentemente, o menor desperdício possível. Os desperdícios permeiam toda a organização, em vários setores e operações, desde os desperdícios de materiais, informações, retrabalhos, bem como com tempo de máquina parada por motivo de setup, no caso o tema abordado neste trabalho. De forma sistematizada ou não, as empresas empreendem esforços para a minimização destes

desperdícios, ganhando em produtividade, redução dos custos com refugos e eliminação de tempos desnecessários que geram perdas de produção e que não agregam valor ao produto, sistema ou serviço.

A recomendação de Deming (1992) para as empresas é a de que se deve criar uma cultura de constante e contínuo aperfeiçoamento dos processos de planejamento, produção e serviços, a fim de torná-las competitivas, com aumento da qualidade e da produtividade. Neste sentido, a filosofia mais conhecida e procurada atualmente para a redução de desperdícios e aumento de produtividade é o *Lean Manufacturing* (Produção Enxuta). Segundo Werkema (2012), o *Lean Manufacturing* é uma iniciativa que procura eliminar desperdícios, excluindo o que não agrega valor para o cliente e transmitindo velocidade às organizações.

Por outro lado, do ponto de vista das exigências dos clientes transportados para, um dos grandes desafios a serem vencidos no chão de fábrica, consiste na fabricação de variedades de produtos a serem disponibilizados aos clientes, ao mesmo tempo em que se busca reduzir os tempos improdutivos de máquinas e equipamentos utilizados nesta fabricação e, conseqüentemente, reduzir custos. Adicionalmente, o mercado passou a exigir flexibilidade e rapidez na entrega. No sentido de responder a tais demandas, as organizações têm buscado a utilização de ferramentas de gestão da produção que visam à otimização dos processos produtivos.

Uma das ferramentas *Lean* para buscar o cumprimento desse objetivo é a Troca Rápida de Ferramenta (TRF), ou do inglês *Single Minute Exchange of Die* (SMED). A TRF possui como objetivo principal a conversão de setup interno em setup externo, ou seja, atividades que são geralmente desenvolvidas com a máquina parada podem ser realizadas com a máquina em funcionamento, possibilitando assim, setups/troca de ferramentas em tempos menores de 10 (dez) minutos. A TRF ajuda as grandes empresas a reduzirem os tempos de seus processos como também ajuda as pequenas empresas a se tornarem mais competitivas no mercado (OLIVEIRA, 2008).

Este trabalho de trabalho é descrever o processo de implementação da ferramenta SMED, visando reduzir o elevado tempo de setup diagnosticado na prensa W, alocada no setor produtivo da empresa X (nome fictício).

2. Fundamentação teórica

2.1 Os desperdícios nos sistemas produtivos

A Produção Enxuta reúne uma série de princípios para eliminar os desperdícios durante a produção dos produtos buscando atingir, ou até superar, as expectativas dos clientes (MACDONALD et al., 2000). Neste sentido, Womack & Jones (1996), ressaltam que sete tipos de desperdícios foram identificados por Shigeo Shingo para o Sistema Toyota de Produção, os quais são sintetizados a seguir:

- a) perdas por superprodução: produzir excessivamente ou cedo demais, resultando em um fluxo pobre de peças e informações, ou excesso de inventário. Para muitos, esse é o pior dos desperdícios, pois é o primeiro passo para a ocorrência de todos os outros. Ocorre quando a empresa produz além das suas necessidades, ou seja, além daquilo que o cliente solicitou;
- b) perdas por transporte: movimento excessivo de pessoas, informação ou peças resultando em despesa desnecessária de capital, tempo e energia. Por ser uma atividade que não gera valor ao produto deve-se buscar alternativas para diminuir ao máximo as lacunas existentes no meio de cada operação. A automação dos transportes poderia ser uma saída viável pois mesmo não gerando valor essa atividade é essencial para o fluxo das

operações dentro de uma empresa.

- c) perdas por processamento desnecessário: pode ser caracterizadas por algum tipo de processo ou processos que não tem valor agregado no produto, pode-se dizer que é o excesso, algo sem importância, que não iria fazer falta ou diferença se deixasse de existir. Pode se resumir dizendo que são usados mais recursos que o necessário para atingir a demanda.
- d) perdas por fabricar produtos defeituosos: são necessários serviços extras para o trabalho de recuperação desses produtos, chamado de retrabalho, ou em muitas das vezes acaba gerando uma perda enorme de matéria prima quando não se consegue retrabalhar, tendo que sucatear o produto, de qualquer forma existe ainda a perda de tempo nesse tipo de perda.
- e) perdas por movimentação: desorganização do ambiente de trabalho, resultando baixa performance dos aspectos ergonômicos e perda frequente de itens. Se refere a movimentação dos trabalhadores nas suas atividades que não impactam diretamente no produto. Toda atividade que requer um esforço por parte do trabalhador que não resulta em valor ao produto é considerado perda.
- f) perdas por espera: longos períodos de ociosidade de pessoas, peças e informações , resultando em um fluxo pobre, bem como em lead times longos. Geralmente ocorre por falta do nivelamento entre os processos, pela existência de gargalos e por diferenças nos níveis de capacidade. Acontece quando um produto esta em processo esperando que a próxima etapa do processo seja realizada.
- g) perdas por estoque: Ocorre quando a empresa produz produtos acabados ou semiacabados mais que o necessário, gerando estoques entre as seções e, ou estoque final. O armazenamento de itens é uma atividade que não gera valor, gerando assim, perdas na ocupação das áreas destinadas para armazenamento, manutenção dos itens estocados e necessidades de inventário.

A proposta de Shingo (1996) é que estas sete perdas devam ser atacadas de forma simultânea, articulada, visualizadas e compreendidas. O propósito é alertar sobre a necessidade de mensuração destas perdas.

2.2 Troca Rápida de Ferramentas (TRF)

Uma das possíveis fontes de eliminação de desperdícios no chão de fábrica reside no tempo de *setup* de máquinas, o qual consiste no tempo de preparação deste recurso produtivo para a produção de um novo lote. De acordo com Bastos et al. (2009), na lógica tradicional de programação da produção, costuma-se aumentar o tamanho dos lotes visando a minimização de paradas das máquinas para efetuar tais trocas. Em geral, as peças produzidas são estocadas, gerando nova fonte de desperdício. Entretanto, com as crescentes demandas dos clientes, em termos de flexibilidade e rapidez na entrega, passa a existir, cada vez mais a necessidade de tais trocas e, dessa forma, tornam-se necessários estudos aprofundados desta operação, visando reduzir, ao máximo, o seu tempo de execução.

Shigeo Shingo, um estudioso deste dilema encontrado nas fábricas, passou a estudar formas de minimizar tais tempos improdutivos e sistematizou uma metodologia denominada Troca Rápida de Ferramenta (TRF).

Um dos objetivos principais da TRF consiste na redução e simplificação do tempo de preparação - ou *setup*, por meio da minimização ou eliminação das perdas relacionadas ao processo de troca de ferramentas (FAGUNDES e FOGLIATTO, 2003). A implantação desta

ferramenta proporciona uma melhoria progressiva e contínua na realização do *setup*, passando por alguns estágios. Conforme a metodologia proposta por Black (1998), a redução do tempo de *setup* consiste em aplicar um estudo de tempos e movimentos para alcance do objetivo.

Com a implantação das técnicas e conceitos desenvolvidos na TRF, Shingo (2000) afirma que se consegue alcançar um resultado significativo evidenciado com o surgimento de alguns efeitos tais como, além do tempo que pode ser reduzido no processo de preparação, consegue-se atingir produções com menores níveis de estoques, tornando a empresa mais flexível, com métodos que rompem paradigmas conceituais existentes nas organizações. Ainda segundo o autor, observa-se também um aumento das taxas de utilização de máquinas e de capacidade produtiva, tempo de *setup* reduzido e eliminação de erros decorrentes do processo de preparação e, conseqüentemente, menores *lead times*. Outros resultados significativos citados nas bibliografias são a qualidade melhorada, maior segurança, menores despesas, consegue-se uma preferência do operador por esse método, com novas atitudes e com menor exigência de qualificação.

O tempo de *setup* normalmente é constituído, por quatro grandes funções principais (SHINGO, 2011; MOURA e BANZATO, 1996):

- a) a preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem e acessórios que corresponde na maioria das vezes a 30% do tempo de *setup*.
- b) a fixação e remoção de matrizes e ferramentas na maioria das vezes correspondem a 5% do tempo *setup*;
- c) centragem e determinação das dimensões das ferramentas correspondem a 15% do tempo *setup*;
- d) processamentos iniciais e ajustes que são considerados por 50% do tempo *setup*.

Harmon e Peterson (1991) comentam que há três grandes razões para reduzir o tempo do *setup*:

- a) quando o custo de *setup* é alto, os lotes de fabricação tendem a ser grandes, aumentando o investimento em estoques;
- b) as técnicas mais rápidas e simples de troca de ferramentas diminuem a possibilidade de erros na regulagem dos equipamentos;
- c) a redução do tempo de *setup* resultará em aumento do tempo de operação do equipamento.

A Ferramenta de Troca Rápida de Ferramentas desenvolvido por Shigeo Shingo, ou SMED, tem como objetivo reduzir o tempo de *setup* para, no máximo, um dígito em minutos, ou seja, que não chegue a dez minutos. Para Shingo (2000), o tempo de *setup* é dividido em dois tipos, que são: *Setup* interno: São as operações realizadas somente com a máquina parada e o *Setup* externo: São as operações que podem ser feitas com a máquina em funcionamento. De acordo com Shingo (2000), os estágios da metodologia SMED são:

- a) estágio preliminar: consiste na identificação das operações que compõe o *setup* e a coleta de tempo desses dados, não diferenciando as operações de *setup* interno e externo. Nesse estágio pode ser utilizado filmagem e com o uso de um cronometro para uma análise mais detalhada de todas as atividades que compõe as operações de *setup*;
- b) separação das operações do *setup* interno e externo: neste estágio as atividades que compõem o *setup* são classificadas em *setup* interno ou externo, através de uma análise que classifica as operações que são realizadas com a máquina parada ou em funcionamento;

- c) conversão de *setup* interno em externo: são analisadas muitas operações nesse estágio, que são efetuadas durante o período não produtivo da máquina, podendo ser remanejados para os momentos produtivos da mesma, convertendo operações de *setup* interno em externo.
- d) racionalização das operações de *setup*: neste estágio deverá ser feito um exame das operações de *setup* interno e externo observando assim oportunidades adicionais e melhoria.

Em relação às dificuldades elencadas na literatura para a aplicação da ferramenta nos sistemas produtivos, Patel *et al.* (2001) apontam barreiras que a TRF pode enfrentar em sua implementação, hostilidade e sentimento de trabalho desperdiçado por parte dos funcionários é uma das maiores restrições na mudança de cultura organizacional. Aspectos como o não incentivo por parte da alta administração, não criação de um cronograma de trabalho e de averiguação dos resultados, falta de disponibilidade dos funcionários para realização de treinamento, são possíveis barreiras para o sucesso da implementação da TRF também são citados pelos autores. Dificuldades para mapear implantar e controlar as ações de implementação da TRF e falta de pessoal capacitado e com exclusividade para assessorar essa implementação são outras dificuldades encontradas pelos autores citados na literatura.

3. Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento desta pesquisa utilizou-se o estudo de caso, o qual apresenta as seguintes características, de acordo com Yin (2001): possui foco na perspectiva dos indivíduos e no contexto e a ênfase do estudo incide em um fenômeno contemporâneo dentro de seu ambiente natural. Além disso, de acordo com este autor, no estudo de caso, o pesquisador define o que deve e o que não deve ser levado em consideração na coleta de dados e as fontes de dados são qualitativas, realizadas por meio de: entrevistas, observações diretas e análise de documentos.

O trabalho possui abordagem qualitativa, o qual segundo Neuman (2007), a busca é pelas especificidades do caso em estudo, elucidando suas particularidades e a riqueza das informações obtidas em profundidade. Berg (2007) salienta que na pesquisa qualitativa não se constitui de variáveis pré-definidas e quantificáveis, mas da obtenção de informações coletadas considerando a visão daqueles participantes da pesquisa. Uma abordagem quantitativa também é utilizada para mensuração dos resultados.

Dessa forma, como procedimentos de coleta de dados, utilizou-se neste trabalho, a entrevista presencial não estruturada, desenvolvida com os membros da equipe de implementação do projeto, além de observação e análise do processo onde o fenômeno ocorre, caracterizando o trabalho como exploratório.

4. Aplicação da TRF

Os conceitos da TRF podem ser amplamente utilizados nas indústrias metalúrgicas. Com base nesta afirmação, este trabalho está voltado a aumentar a produtividade e flexibilidade da prensa W devido à busca de redução do estoque de semiacabado, já que se estuda a melhor maneira da diminuição dos lotes nesta prensa, resultando no aumento de números de *setups*. Consequentemente, busca-se o aumento da eficiência do equipamento, reduzindo o tempo de *setup* e com melhor aproveitamento do tempo da máquina disponível.

Para diminuir o custo da preparação, a forma recomendada consiste na redução do tempo gasto em *setup*. Baseado nas três razões para reduzir o tempo de *setup*, conforme proposto por Harmon e Peterson (1991), apontado na fundamentação teórica deste artigo, e com objetivo de atacar as quatro grandes funções principais que o tempo de *setup* normalmente é constituído, conforme descritos por Shingo (2011) e Moura e Banzato (1996) e por ter

constatado a existência de grandes oportunidades de melhoria que poderiam ser realizadas no processo de *setup* do equipamento, foi usado os conceitos da TRF com a possibilidade de conseguir ganhos satisfatórios e consideráveis.

4.1 Situação anterior

De acordo com a fundamentação teórica deste trabalho, tomando como base Shingo (2011) e Moura e Banzato (1996), quando destacam as quatro grandes funções principais de *setup* e que através dos dados de tempo gasto em cada atividade do *setup*, pode-se comparar os resultados encontrados, foi que a equipe responsável por desenvolver a TRF observou e comparou os resultados dos dados encontrados no tempo de *setup* da prensa W.

O tempo total de *setup* da prensa W durava em média 181 minutos, separando esse tempo nas quatro grandes funções principais de *setup*, os resultados mostraram que a preparação da matéria prima, dispositivos de montagem e acessórios corresponderam a 29%, ou seja, 53 minutos do tempo total perdido. O que praticamente corresponde aos mesmos 30% citado por Shingo (2011) e Moura e Banzato (1996). Já a fixação e remoção de matrizes chegaram a praticamente o dobro do valor citado pelos mesmos autores que é de 5%, nesse estudo de caso o valor encontrado foi de 11% que corresponde a 20 minutos do tempo total de *setup*. A função de centragem e determinação das dimensões das ferramentas que segundo os autores citados anteriormente, correspondem em média 15% do tempo total de *setup*, nesse estudo essa porcentagem foi próxima, chegando a 17%, correspondendo a 31 minutos do tempo total de *setup*. E por último, a função que os autores apontam ter em média 50% do tempo total de *setup*, esse estudo mostra que na prensa W esse tempo chegou a 77 minutos, ou seja, 43% do tempo total de *setup* é voltado para os processamentos iniciais e ajustes.

4.2 Implantações da Proposta

Após analisados os tempos gastos em cada etapa e atividades do *setup* da prensa W, a equipe de implantação da TRF levantou pontos de melhorias e os colocou em prática. As mudanças realizadas que obtiveram os resultados de maior expressão na prensa foram:

- a) a padronização das etapas para a execução das atividades de *setup*;
- b) a melhor divisão entre *setup* interno e externo;
- c) a organização e identificação das ferramentas em locais apropriados e próximos aos operadores;
- d) projetos revisados e melhorados para não perder tempo na regulagem de máquina;
- e) melhorias nas condições da máquina como vazão estável do óleo fímitol nas mangueiras de lubrificação das peças e nas condições das ferramentas utilizadas no *setup*, ferramentas como chaves, e parafusadeira de ótimo estado e de todos e somente os tamanhos necessários utilizados na execução dos *setups* interno e externo.
- f) foi visto também a necessidade de alocação de uma pessoa para trabalhar como técnico de *setup* e ficar só na parte do *setup* externo.

Após as melhorias implantadas na prensa W, o remanejamento e treinamento de mais uma pessoa para atuar exclusivamente no *setup* externo, foi avaliado novamente o tempo total do *setup*, e após analisado os resultados, foi constatado um ganho expressivo de 80% na redução desse tempo, ou seja, um ganho de 144 minutos, fazendo o tempo médio de *setup* chegar a 37 minutos.

Dividindo esse tempo pelas quatro grandes funções principais comentadas anteriormente é possível observar os ganhos em cada parte e poder confrontar novamente os resultados com os dados apresentados pelos autores.

Onde agora a preparação da matéria prima, dispositivos de montagem e acessórios correspondem aos exatos 30% citado pelos autores, o que é equivalente a 11 minutos do tempo total de *setup*. A fixação e remoção de matrizes e ferramentas agora chegam a 8%, ou seja, 3 minutos do tempo total de *setup*. Centragem e determinação das dimensões das ferramentas representam 5 %, correspondendo a 2 minutos do tempo total de *setup*. E por fim os processamentos iniciais e ajustes levam 57% desse tempo, ou seja, 21 minutos do tempo total de *setup*.

Fazendo uma comparação rápida através de um indicador mostrado na Tabela 1, pode-se avaliar os resultados da implantação da TRF na prensa W do setor Y da empresa X, fazendo com que a empresa gerasse maior produtividade economizando tempo, tivesse menos desperdícios dentro dos setes grandes desperdícios já citado anteriormente.

Funções principais da TRF	Tempo <i>setup</i> antes da implantação da TRF		Tempo <i>setup</i> depois da implantação da TRF		Ganho obtido em minutos	% segundo Shingo (2011), Moura e Banzato (1996)
	Minutos	%	Minutos	%		
Preparação da matéria-prima, dispositivos de montagem e acessórios	53	29	11	30	42	30
Fixação e remoção de matrizes e ferramentas	20	11	3	8	17	5
Centragem e determinação das dimensões das ferramentas	31	17	2	5	29	15
Processamentos iniciais e ajustes	77	43	21	57	56	50
Total	181	100	37	100	144	100

Tabela 1 – Resultados da implantação da TRF

Com base no presente estudo de caso, é possível apontar que a equipe depara-se com certas dificuldades no processo de implantação de uma ferramenta nova no processo produtivo. Estas dificuldades consistem, essencialmente, na mudança cultura das pessoas, o que já fora amplamente estudada em diversos outros trabalhos que versam sobre o tema *Lean Manufacturing* e suas ferramentas. De forma geral, na presente aplicação pode ser observada nas dificuldades para realização de treinamentos, na aceitação das pessoas sobre a mudança de comportamento e sobre as novas formas propostas para desenvolverem seus trabalhos e, conseqüentemente na observação das dificuldades para quebrar alguns paradigmas de produção. Por outro lado, os pontos positivos observados superam as dificuldades que emergem. O resultado mais significativo evidenciado após a implantação da TRF na prensa W foi a redução do tempo de *setup* de praticamente 80%. Antes o tempo médio gasto no *setup*

era de 181 minutos e com a implantação do TRF passou a ser em média 37 minutos.

Esse trabalho mostra o quanto a TRF foi importante para a empresa X, e é importante na filosofia *Lean*. A partir desta implementação, os lotes mínimos que antes era dimensionado em 3000 peças, passaram a ser de 500 peças por lotes. De forma geral, tamanho médio dos lotes que antes eram de 60.000 peças, agora não passam de 10.000 peças por lote. Estes números acarretam em maior flexibilidade para a empresa pela possibilidade de produzir lotes menores, pela maior possibilidade de diversificação de itens exigidos pelo mercado e, consequente, pela redução das filas na máquina e redução do *lead time*.

Adicionalmente, a ferramenta trouxe benefícios financeiros na redução de tempo improdutivo com *setup* que antes era realizado em média 30 *setups* por mês, o que resultava em 5.430 minutos perdidos, e passou a ser realizado em média 140 *setups* por mês na mesma prensa, o que resulta em 5.180 minutos. Isso mostra que mesmo com um aumento de quase 79% no número de *setup*, viabilizando uma maior flexibilidade como discutido anteriormente, houve uma diminuição de tempo perdido de quase 5% por mês comparado ao tempo total perdido anterior à TRF.

Com base nos resultados obtidos no desenvolvimento e implantação dos conceitos e métodos da TRF, pode-se notar e comparar alguns efeitos evidenciados no presente estudo de caso, tornando com que o resultado de maior expressão fosse a redução do tempo de *setup*. Antes da TRF o tempo médio de *setup* era de 181 minutos e com a implantação da TRF esse tempo passou a ser em média 37 minutos, uma redução de aproximadamente 80% no tempo total de *setup*.

6. Considerações finais

O presente estudo de caso permite concluir que, neste caso específico, a ferramenta SMED mostrou-se bastante efetiva com uma significativa redução do tempo total de *setup*, permitindo com isso um aumento do número de *setups*, de forma a viabilizar a produção de lotes menores, com menor *lead time* e tempo de resposta ao cliente, bem como permitindo a produção de um mix mais diversificado. É importante frisar que estes ganhos tem se tornado imperativo para a competição no mercado, tornando-se importantes critérios ganhadores de pedido para as empresas que visam incrementar a sua competitividade. Por outro lado, evidencia-se que a ferramenta proporciona um rompimento com o paradigma de produção com o qual as pessoas estão acostumadas, causando com isso certa resistência à cultura da mudança.

Referências

- BASTOS, A.L.A.; LUNA, M. M. M.; DAMM, H.; FRANÇA, V.O.; ZAGHENI, E.S.S.** *Considerações sobre as características dos sistemas produtivos convencionais: uma abordagem para a logística enxuta*. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2009>>. Acesso em: 5jun. 2016.
- BERG, B. L.** *Qualitative Research Methods for the Social Sciences*. 6. Ed. New York: Sage, 2007.
- BLACK, J.T.** *O Projeto da Fábrica com Futuro*, Porto Alegre, RS: Bookman, 1998.
- PATEL, S.; DALE, B.G.; SHAW, P.** *Set-up time reduction and mistake proofing methods: an examination in precision component Manufacturing*. *The TQM Magazine*, v. 13, n. 3, p. 175-179, 2001.
- DALCOL, R.S.** *Estudo da Aplicação da Logística Enxuta na Linha de Compressores a Parafuso da Empresa Alfa*. 2008. 74 f. Dissertação (Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas). Universidade do Estado de Santa Catarina. Joinville, 2008.
- FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P.R.M.** *Troca Rápida de Ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso*. *Gestão e Produção*, v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.
- HARMON, R. L.; PETRSON, L. D.** *Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática*. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

OLIVEIRA, M.B. *Análise dos impactos da troca rápida de ferramentas em pequenos lotes de fabricação: Um Estudo de Caso.* In: encontro nacional de engenharia de produção, 28, 2008, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: ENEGEP, 2008. Disponível em <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2008_TN_STO_080_614_11177.pdf>. Acesso em: 27 maio 2011.

SHINGO, S. O *Sistema Toyota de Produção: Do Ponto de Vista da Engenharia de Produção.* Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

MACDONALD,T; VAN AKEN,E.; RENTES, AF. *Utilization of simulation model to support valve stream analysis and definition of future state scenarios in a high-technology motion control plant.* Research Paper. Department of Industrial & Systems Engineering, Virginia Polytechnic Institute and State University & São Carlos Engineering School, University of São Paulo, 2000.

MOURA, R.; BANZATO, E. *Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas.* São Paulo: IMAM, 1996, p. 51-90.

NEUMAN, W. L. *Basics of Social Research: qualitative and quantitative approaches.* 2. Ed. New York: Sage, 2007.

SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma Revolução nos Sistemas Produtivos.* Porto Alegre: Bookman, 2000.

_____. *O sistema Toyota de produção: do ponto de vista da engenharia de produção.* 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 1996

WERKEMA, C. *Criando a Cultura Seis Sigma.* 3ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

WOMACK, J.; JONES, D.; ROOS, D. *“Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in your Corporation”*, Simon e Schuster, New York, 1996.

YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos.* 4 Ed., Porto Alegre: Bookman, 2010.