

Aplicação da TRF para Minimização do Tempo de Setup: Uma Aplicação em uma Linha de Montagem de Painéis Elétricos

André Luis Almeida Bastos (UNIFEBE/FURB/UNIFACVEST/ESNT) prof.abastos@gmail.com
Josimar Cardozo Ferreira (UNIFEBE) j.c.f.mate@unifebe.edu.br

Resumo:

O objetivo deste trabalho consiste em descrever um estudo de caso aplicado em uma empresa do setor metalmeccânico, com base no *Lean Thinking* (pensamento enxuto), o qual visa a eliminação de todos os desperdícios no processo produtivo. No presente estudo realizado por meio de uma pesquisa-ação, utilizou a TRF para responder à demanda de minimização de desperdícios em uma linha de montagem de painéis elétricos. Os principais resultados do estudo consistiram em uma acentuada redução do tempo operacional e a possibilidade de flexibilizar entregas e minimizar tempo de resposta ao cliente.

Palavras-chave: Troca Rápida de Ferramenta, Pensamento Enxuto, Tempo de Preparação.

SMED application for Minimizing Setup time: an application in a Electric Panels Assembly Line

Abstract

The objective of this study is to describe a case study applied in a company of the metalmechanic sector, based on Lean Thinking, which aims to eliminate all waste in the production process. In the present study through a research-action, used SMED to meet the demand of waste minimization in an assembly line of electrical panels. The main results of the study consisted of a significant reduction in operating time and the possibility of flexible delivery and minimize customer response time.

Key-words: Rapid Exchange of Tools, Lean Thinking, Setup Time.

1. Introdução

Um dos grandes desafios a serem vencidos no chão de fábrica, decorrente das demandas do mercado, 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 a otimização dos processos produtivos.

Uma das possíveis fontes de eliminação de tempos improdutivos, consiste 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, torna-se necessário 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).

Este trabalho que utiliza uma abordagem qualitativa e exploratoria, tem como objetivo geral relatar, por meio de um estudo de caso, a experiência da implementação da metodologia TRF em uma linha de montagem de painéis eletrônicos. A estrutura do trabalho apresenta a seguinte distribuição: uma fundamentação teórica relativa aos conceitos da metodologia TRF é apresentada no item 2. Os procedimentos do método são apresentados no item 3. Uma breve caracterização da empresa e do processo estudado é apresentada no item 4.1. Os resultados são apresentados no item 4.2. Por fim, o item 5 apresenta as considerações finais.

2. Fundamentação teórica

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 regulação 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 cronômetro 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 linhas convergentes ou divergentes, é possível encontrar algumas outras obras que tratam da metodologia de implantação da TRF tais como: Black (1998), Ohno (1998), Moura e Banzato (1996) e Ghinato (1996), Flogliatto e Fagundes (2003) entre outros.

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.

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 da metodologia TRF, além de análise de documentos, caracterizando o trabalho como exploratório.

4. Estudo de caso

4.1. A Empresa e o processo estudados

A ferramenta foi aplicada em uma indústria do setor metalmeccânico, com mais de 25 anos de atuação no mercado, dispondo de um quadro de mais 70 funcionários, treinados e qualificados para atender às especificações técnicas de cada cliente. A empresa também é referência pela tecnologia de maquinários aplicada no seu processo produtivo. Esta indústria está situada no estado de Santa Catarina e é reconhecida pela qualidade e competitividade na produção de painéis elétricos.

O conceito da TRF foi aplicado na linha 1 do setor de montagem de painéis, principal linha do setor, o qual dispõe de quatro funcionários que trabalham em período integral.

A empresa tem sua produção através do processo puxado, trabalhando com produtos engenheirados de acordo com as especificações técnicas de cada cliente, seu layout é funcional, agrupando suas máquinas e equipamentos, de acordo com as características do processo. A linha 1, onde o conceito TRF foi aplicado está localizado no setor de montagem, e se refere a uma linha de 12 produtos diferentes, produzidos especificamente para o cliente X. Esta linha requer agilidade e flexibilidade para atender as demandas variadas do cliente com um curto prazo de entrega, desta forma seguindo as características de aplicação da ferramenta TRF.

4.2. Aplicação e Resultados

Preliminarmente, para o sucesso da implantação, antes de iniciar a incorporação das técnicas foi realizado um treinamento, afim de que todos tivessem um conhecimento dos conceitos gerais utilizados. Em seguida foi definida uma metodologia conforme os oito passos a seguir:

- a) Separação das ações internas e externas, onde foram listadas todas as operações envolvendo o setup, separando em duas colunas, sendo uma com os setups realizados internamente (dentro da linha de montagem) e outra com as operações realizadas

externamente (fora da linha). Nesta análise priorizaram-se as atividades que ocupavam uma maior parcela do tempo.

- b) Foi realizada uma análise, com o auxílio de uma equipe multidisciplinar, com o objetivo de avaliar e transformar todos os possíveis setups internos em externos. Através do estudo percebeu-se a necessidade de uma área de abastecimento atrás da linha, de modo que fosse possível abastecer a mesma com os componentes de montagem antecipadamente, enquanto a montagem do lote anterior acontece naturalmente, conforme a Figura 1.

Antes desta alteração, o abastecimento só ocorria no final do lote, pois não havia espaço para o material do lote seguinte, o que forçava a parada da linha durante o setup.

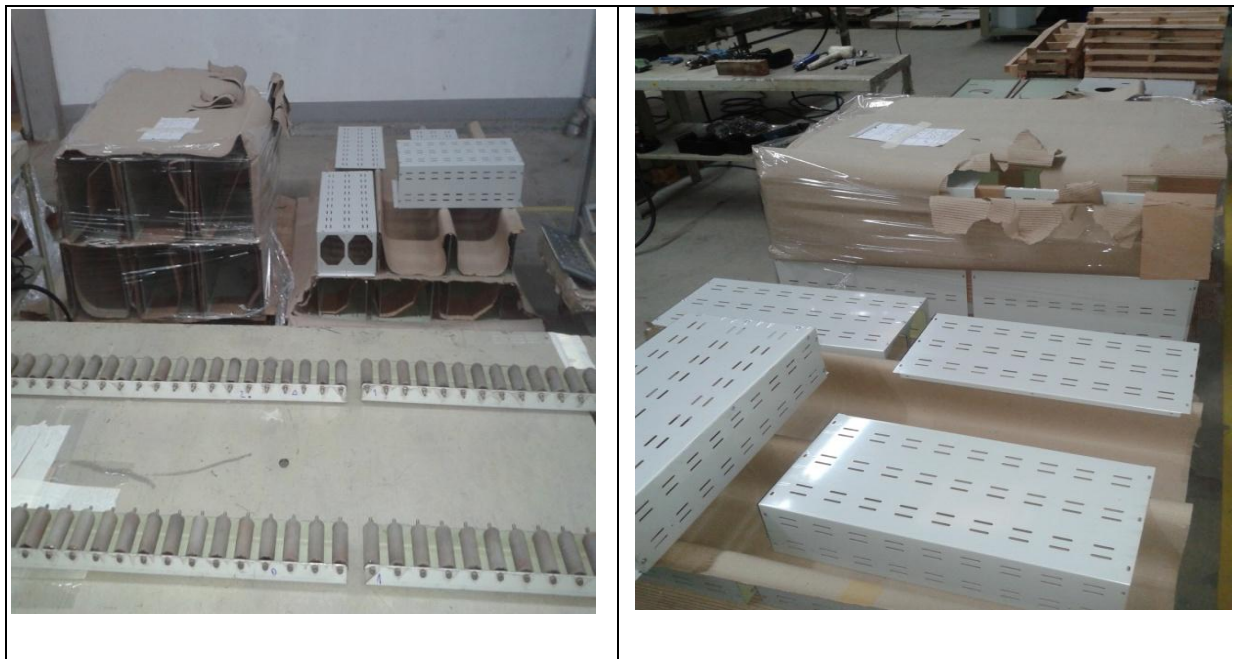


Figura 1. local de abastecimento

- c) Elaboração de um padrão, objetivando estabelecer uma sequência lógica para as funções de setups. Nesta etapa, desenvolveu-se uma instrução de trabalho contendo as informações necessárias para a realização do setup, visando facilitar a ação do alimentador da linha.
- d) Padronização das caixas, suportes de ferramentas, entradas de materiais e insumos, visando reduzir o tempo de organização de cada troca. Nesta etapa providenciou-se a fabricação de caixas padrão, conforme a Figura 2, para a disposição dos insumos utilizados em cada posto de montagem. Dessa forma, os insumos são abastecidos rapidamente a cada fim de lote e, cada lote já tem sua caixa com os componentes a espera, pois já foi separado antecipadamente pelo setor de suprimentos, conforme imagem a seguir.

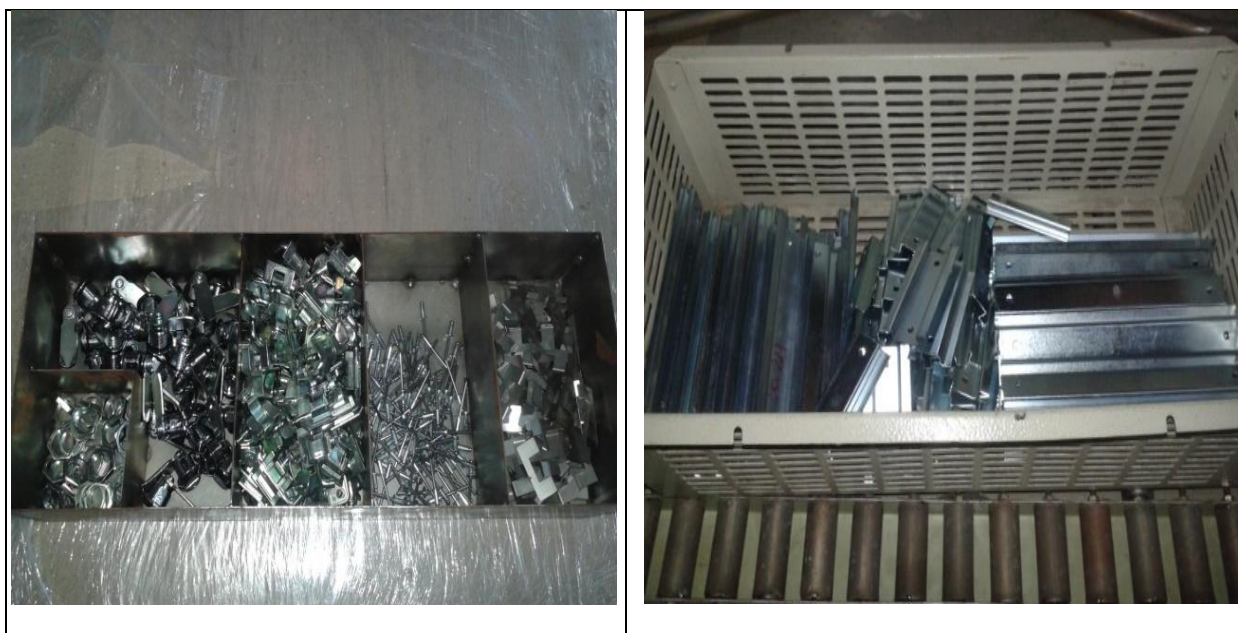


Figura 1. Caixa padrão

Antes da fabricação das caixas padrão, os itens eram abastecidos a cada troca de lote com o auxílio dos montadores, deixando a linha parada por mais tempo.

- e) Padronização dos dispositivos visando minimizar os ajustes. Foi adquirido um mandril de aperto rápido, conforme a Figura 3, para facilitar a troca de macho, que acontece quatro vezes a cada peça, e anteriormente era utilizada uma chave de mandril, conforme a Figura 4.



Figura 3 Mandril atual



Figura 4 Mandril anterior

- f) Adotar operações paralelas. Em paralelo a estas ações, avaliou-se o processo anterior, e percebeu-se que as peças poderiam ser dispostas e organizadas de maneira diferente, visando facilitar o processo de abastecimento da linha de montagem, então, a partir desta ação, as peças passaram a ser distribuídas separadamente por modelo, de acordo com a necessidade da linha de montagem, conforme a Figura 5, eliminando a ação de separação para os postos de trabalhos que eram realizadas anteriormente.



Figura 5. Padronização das acomodações

Esta ação não adicionou tempo a operação anterior, apenas exigiu organização e disciplina dos envolvidos.

- g) Otimização das operações, eliminando as necessidades de ajustes. Nesta etapa, os operadores contribuíram com algumas ideias, identificando algumas dificuldades e oportunizando uma análise em conjunto. Verificou-se que o operador do posto 3, perdia aproximadamente um minuto para a eliminação de rebarba para o encaixe do fecho, o que foi resolvido modificando a ferramenta de corte que não era a ideal a ser utilizada.
- h) Mecanização das operações. Nesta etapa a empresa não adotou modificações pois, exige um investimento maior, o qual precisa ser melhor estudado junto à diretoria.

5. Considerações finais

Neste trabalho foi comprovada a eficiência da metodologia Troca Rápida de Ferramenta, com alcance do principal objetivo do projeto, que consistia na redução do tempo de setup, que anteriormente oscilava entre 25 a 35 minutos. Após o estudo aplicado na linha 1 do setor de montagem de painéis, este tempo improdutivo foi reduzido, variando atualmente de 8 a 10 minutos. A maior dificuldade encontrada foi ajustar as ações na melhor sequência, de forma a minimizar o tempo da máquina parada. O Estudo requereu um acompanhamento intenso no local por técnicos e operadores, visando a ajustar as ações planejadas e chegar o mais próximo possível do estado desejado.

Ao final do estudo, observou-se que o fator que mais contribuiu para a redução do tempo foi as ações de setups externos, que acontecem antecipadamente pelo alimentador da linha enquanto a mesma está em funcionamento. Outro ponto que contribuiu significativamente na melhoria do processo foi a forma de acomodação das peças provenientes do setor anterior, que passaram a ser acomodadas em paletes, separadas por modelos, e em posições estratégicas, permitindo assim que fossem direto para o posto de montagem, dispensando assim uma reorganização e separação das mesmas. Dessa forma, pode-se oferecer uma maior eficiência e flexibilidade à linha de montagem, possibilitando atender com mais eficiência os prazos solicitados pelo atual cliente, com a possibilidade de diminuir os estoques, gerando um menor custo e oferecendo uma maior rentabilidade ao sistema.

Com as ações de melhorias levantadas pela ferramenta TRF no presente estudo, obtiveram-se além da diminuição do tempo de setup, outras pequenas melhorias no processo de montagem, que acabou por facilitar o processo e aumentar a eficiência da linha.

Outro ponto a destacar neste estudo é que com o envolvimento das pessoas que executam as tarefas nos postos de trabalho, pode-se minimizar acentuadamente os riscos de boicote causado pela resistência cultural.

Este trabalho também proporcionou uma melhoria na comunicação entre o setor fornecedor e o receptor, aproximando os dois setores abrindo portas para a discussão de melhorias. Para o sucesso da implantação é importante seguir os passos sugeridos pela literatura, que organizam o processo de implantação e levam para o sucesso da mesma. Essa melhoria pode ser contínua e sempre existem pontos que podem ser melhorados, por isso é válido um acompanhamento contínuo do sistema, visando a obtenção de melhorias graduais e contínuas.

Fica evidente, portanto, que em menor ou maior grau, as vantagens apontadas pelos diversos autores descritas na fundamentação teórica deste estudo se confirmam e que os esforços concretizados em ações visando à minimização dos tempos improdutivos do setup reduzem o lead time do processo como um todo e permitem uma maior eficiência e flexibilidade no uso dos recursos produtivos.

minimizando a redução do tempo de setup

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: 5 ago. 2011.
- 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*. São Paulo: Bookman, 1998.
- CORRÊA, H.; CORRÊA, C. *Administração de produção e operações*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2012.
- FOGLIATTO, S. F.; FAGUNDES, M. R. P.; *Troca Rápida de Ferramentas: Proposta metodológica e estudo de caso*. Revista Gestão & Produção, v.10, n.2, 2003. p.163-181.
- GHINATO, P. *Sistema Toyota de produção: mais do que simplesmente just-in-time*. Caxias do Sul: Ed. Universidade de Caxias do Sul, 1996.
- GIL, A. C. *Técnicas de pesquisa em economia e elaboração de monografias*. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002
- KANNENGERG, G. *Proposta de sistemática para implantação de troca rápida de ferramentas*. Porto Alegre, 1994. Dissertação (Mestrado) – PPGEP, UFRGS.
- MOURA, R.; BANZATO, E. *Redução do tempo de setup: troca rápida de ferramentas e ajustes de máquinas*. São Paulo: IMAM, 1996, p. 51-90.
- NAVARRO, V. A. A. *Troca Rápida de Ferramentas: um estudo de aplicação na indústria automobilística*. 2004. 52 f. Monografia (MBA Gerência da Produção e Tecnologia do Departamento de Economia, Contabilidade e Administração) -Universidade de Taubaté.São Paulo 2004.
- NEUMAN, W. L. *Basics of Social Research: qualitative and quantitative approaches*. 2. Ed. New York: Sage, 2007.
- OHNO, T. *O sistema Toyota de produção*. São Paulo: Bookman, 1998.
- SHINGO, S.. *O Sistema Toyota de Produção, do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.
- , *Sistema de Troca Rápida de Ferramenta – uma revolução nos sistemas produtivos*. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. *Administração da Produção*.3ª. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- VAN GOUBERGEN, D., VAN LANDEGHEM, H. - Rules for integrating fast changeover capabilities into new equipment design - Robotics and Computer Integrated Manufacturing. Vol. 18, 2002.
- YIN, R. K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.