

SMED E FERRAMENTAS DA QUALIDADE PARA CONTROLE E REDUÇÃO DOS TEMPOS DE PARADAS DAS MÁQUINAS INJETORAS

Kayque Bezerra de Oliveira

kayquejbe@hotmail.com

Francisca Jeanne Sidrim de Figueiredo

jeanne.sidrim@urca.br

Mariane Leite de Souza

marianee.leitee@outlook.com

Antonio Luis Araujo Silva

antonio9237@gmail.com

Amanda Duarte Feitosa

amandadfeitosa@hotmail.com



O ambiente atual de mercado exige das empresas a busca contínua por melhorias e conseqüentemente a necessidade de usar ferramentas que possibilitem ganhos no processo produtivo. Este trabalho tem como objetivo reduzir o tempo de paradas das injetoras, com foco na utilização do SMED, seu resultado foi de uma pesquisa exploratória com abordagem qualitativa. O estudo foi aplicado no setor de GRC (injetoras) que produzem as bases da máquina de costura na empresa localizada em Juazeiro do Norte. Devido ao setor ser composto por máquinas antigas, não existe troca de moldes, os setups só acontecem com algum problema encontrado. Durante o período de seis meses foram observadas as paradas e por meio de ferramentas da qualidade foram identificadas as com maior desperdício de tempo, e se observou a oportunidade de aplicação da ferramenta SMED. No trabalho foram aplicados os quatro estágios da ferramenta, definidos por Shingo. Como previsto obteve-se redução de 160 minutos no total geral dos setups estudados, o que equivale a 17% da produção diária. Com a redução do tempo, a previsão é que os setups passem a ter maior tempo de folga eliminando atrasos no setor GRC e conseqüentemente na linha de produção que depende do mesmo. Além disso, a presente pesquisa possibilitou uma maior conhecimentos e aprendizagem para a atuação do Engenheiro de Produção, mostrando a importância dos estudos de tempos que são relacionados às paradas no setor de máquinas injetoras.

Palavras-chave: SMED, setup, Gestão da qualidade

1. Introdução

As condições atuais de mercado fazem com que as empresas tenham de buscar melhorias em suas atividades para poder sobreviver à concorrência. Sempre há possibilidade de ganhos, pois nenhum processo produtivo é perfeito, mas para que se obtenham reduções nos custos com estes processos, é preciso que as organizações utilizem ferramentas capazes de mostrar onde investir e atuar (COSTA; DE SANTANA; TRIGO, 2015).

Para aumentar a disponibilidade de um equipamento é preciso aumentar a confiabilidade ou reduzir o tempo médio de reparo, ou os dois, simultaneamente. Neste trabalho, o ponto focado foi à redução do tempo de paradas e reparos.

O SMED (*Simple Minute Exchange Die*) reduzir o tempo de troca de ferramentas em um *setup* a um dígito de minuto, tempo possível de ser atingido a partir da racionalização das atividades realizadas pelo operador da máquina. Para o português foi traduzido como troca rápida de ferramentas (THARISHENPREM, 2008). O *Lean Manufacturing* ou Manufatura Enxuta tem como ponto principal o combate às perdas ou desperdícios existentes em uma estrutura industrial a qual objetiva conseguir excelência na competitividade pela melhoria contínua no processo, pois a cada dia cresce a exigência em termos de qualidade por parte dos consumidores, o que faz com que adotem práticas que permitam a produção de produtos cada vez mais satisfatórios e com qualidade superior (MUTHUKUMARAN; VENKATACHALAPATHY; PAJANIRADJA, 2013).

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa de máquinas de costura localizada em Juazeiro do Norte no Estado do Ceará, com foco no setor de GRC. A pesquisa objetiva mostrar como diminuir o tempo de paradas das injetoras, com foco na utilização do SMED, ferramenta desenvolvida pelo Sistema Toyota de Produção (STP), que possibilita identificar com segurança quais os motivos das paradas e auxiliar na tomada de decisões com o intuito de melhorar a produtividade.

1.2 Metodologia

O estudo foi de caráter exploratório, descritivo e qualitativo. De acordo com Prodanov e Freitas (2013) a pesquisa de natureza aplicada procura produzir conhecimentos para uma situação prática e são dirigidos a solucionar problemas específicos de um processo e que

possam ser de fácil aplicação. A pesquisa exploratória tem como objetivo estudar problemas em situações sobre a qual existe pouco conhecimento acumulado para que possa descobrir novas práticas e desenvolver novos modelos (BERTO; NAKANO, 2014).

De acordo com Jung (2004), o procedimento de pesquisa de estudo de caso único estuda, explica ou descreve um sistema de produção particular, e a abordagem qualitativa possui como características a subjetividade, síntese, raciocínio dialético e indutivo, busca de particularidades e preocupa-se com a qualidade.

O tempo de *setup* é o tempo efetuado para deixar as máquinas e ferramentas habilitadas para o início de produção. O *setup* engloba a preparação ou paradas de máquinas, e também envolve atividades de longa duração (CAS et al., 2015).

Como instrumento de pesquisa, foi utilizado um diário de bordo contendo espaços para descrição dos procedimentos, objetivando obtenção de informações e dados relevantes que irão colaborar com objetivo central do estudo. Todos os dados foram coletados obedecendo aos critérios de análise e autorização por parte da empresa. Os mesmos serão formatados em tabelas e gráficos e analisados dentro de uma estatística descritiva.

O projeto seguiu as etapas do método SMED. Os dados coletados foram analisados e sugeridos técnicas e ferramentas para possíveis melhorias. Depois de serem feitas as alterações foi realizado um acompanhamento na célula a fim de perceber as melhorias alcançadas.

2. Referencial Teórico

2.1 Gestão da Qualidade

Melhorar a qualidade dos produtos é essencial para o sucesso da competitividade de uma empresa. Com o intuito de melhorar a qualidade, as empresas utilizam sistemas de Gestão da Qualidade que visam o sucesso em longo prazo através da melhoria contínua (ULUSKAN; GODFREY; JOINE, 2016).

A gestão da qualidade torna-se essencial para as empresas, surge da necessidade de deixar o processo eficiente e produtivo, reduzindo as falhas e conseqüentemente os custos. Ela faz isso

de forma estratégica satisfazendo as necessidades do consumidor, gerando valor e melhorando a imagem da organização (FERREIRA; GASPARINI, 2016).

2.1.1 Ferramentas da Qualidade

Fazem parte do sistema geral do TQM as “Sete Ferramentas básicas da Qualidade” que podem ajudar a desenvolver e resolver com eficiência problemas operacionais. As ferramentas da qualidade podem ser usadas em todas as fases do processo de produção, desde o início do desenvolvimento do produto até o marketing do produto e suporte do cliente. As sete ferramentas da qualidade são: Estratificação, Folha de verificação, gráfico de Pareto, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de correlação, Histograma e Carta de controle (PUNYISA, 2017).

2.1.2 Brainstorming

Brainstorming é uma metodologia aplicada ao longo de um processo, na qual as pessoas apresentam suas próprias ideias. Após várias rodadas de discussões o líder do grupo seleciona as melhores opiniões sobre o assunto para se chegar a uma solução (SHEN et al., 2016).

2.1.3 Gráfico de Pareto

O Gráfico de Pareto é uma ferramenta com modelo gráfico de coluna que ajuda a organizar os problemas de acordo com sua prioridade ou frequência, representando os elementos de maneira decrescente (CESARIO; RODRIGUES, 2017). Através do Pareto é possível ver fatores mais significativos (PUNYISA, 2017).

2.2 Lean Manufacturing

Desde o início da concepção da linha de montagem e o desenvolvimento *Toyota Production System* (TPS), a eficiência vem sendo o objetivo central da manufatura. O *Lean Manufacturing* foca na eliminação sistemática de resíduos das operações de uma organização usando um conjunto de práticas de trabalho para produzir produtos de acordo com a taxa de demanda (YANG; HONGN; MODI, 2011).

Além disso, existe o que chamamos de *Lean Thinking* que é aplicado com o intuito de mudar a cultura da empresa a pensar de modo enxuto. Pode-se estabelecer sete passos do *lean thinking*: Estabelecer visão estratégica, identificar e estabelecer equipes, identificar produtos, identificar processos, revisar layout, selecionar a estratégia de extração apropriada e melhorar continuamente (MRUGALSKA; WYRICKA, 2016).

2.2.1 SMED

A ferramenta de redução do *SETUP*, popularmente conhecida como SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) e traduzida como troca rápida de ferramenta, tem como base o estudo de tempo e pode ser separado em tempo de troca e tempo de ajuste interno e externo. As atividades que são necessárias para a máquina são chamadas de tempo de configuração interna e a atividade executada sem parar a máquina são chamadas de tempo de configuração externa (SUNDARA; BALAJIB; SATHEESHKUMAR, 2014).

A Troca Rápida de Ferramentas (TRF) mudou o pensamento sobre os sistemas produtivos, e ainda hoje é destaque na procura por competitividade entre as organizações. Com o TRF é possível obter uma redução de *setup*, tornando viável a produção de pequenos lotes, além de diminuir os custos, reduzir retrabalhos, reduzir defeitos nas peças e aumentar a capacidade de produção (CAS et al., 2015). Shigeo Shingo introduziu o sistema SMED com o intuito de simplificar as atividades operacionais em menos de 10 minutos da sua duração total (BENJAMIN; MURUGAIAH; MARATHAMUTHU, 2013).

Shingo (2000) apresentou quatro estágios conceituais da aplicação da metodologia SMED, a seguir:

Estágio inicial: *Setup* interno e externo não se distinguem.

O estágio inicial é marcado pelos tempos reais vigentes, é necessário nessa etapa que se identifiquem, através de cronometragens, os tempos gastos em cada tipo de *setup*. Caso o processo seja muito complexo ou demorado, deve-se usar filmadoras, não só os cronômetros. É importante que seja dada atenção ao operador que realiza a tarefa, pois somente ele poderá identificar o que faz e os problemas externos que afetam a operação e preparação da máquina, pois nem sempre os atrasos podem ser atribuídos à forma de executar suas atividades.

Estágio 1: Separando os *setups*

Nesta etapa se organizam as atividades, classificando e separando-as em tempos internos que são realizadas com a máquina parada, e tempos externos, que podem ser realizadas com a máquina em operação.

Estágio 2: Convertendo *setups* internos em externos

Nesta etapa busca-se converter estágios considerados internos em externos. O operador deverá buscar padronizações nas ferramentas para realizar o máximo de tarefas possíveis, estabelecendo fixadores ou suportes permanentes das ferramentas, caso haja a parada da máquina substitua-se somente tal fixador ou suporte e não tudo o que neles ficam contidos.

Estágio 3: Melhoria permanente nas operações da máquina

Nesta etapa ocorre a busca pela melhoria que não se resume somente às máquinas, mas a tudo que está relacionado a ela, como a melhoria na estocagem e transporte de matrizes, navalhas, guias, batentes e etc., eliminação de ajustes, implementação de operações em paralelo e outras. O terceiro estágio opera no sentido de que muitos tempos de *setup* não são reduzidos logo num primeiro trabalho, sendo necessários que se repitam os estágios conceituais até que se alcancem os menores números possíveis.

3. Estudo de Caso

3.1 Descrição do processo produtivo no setor de GRC

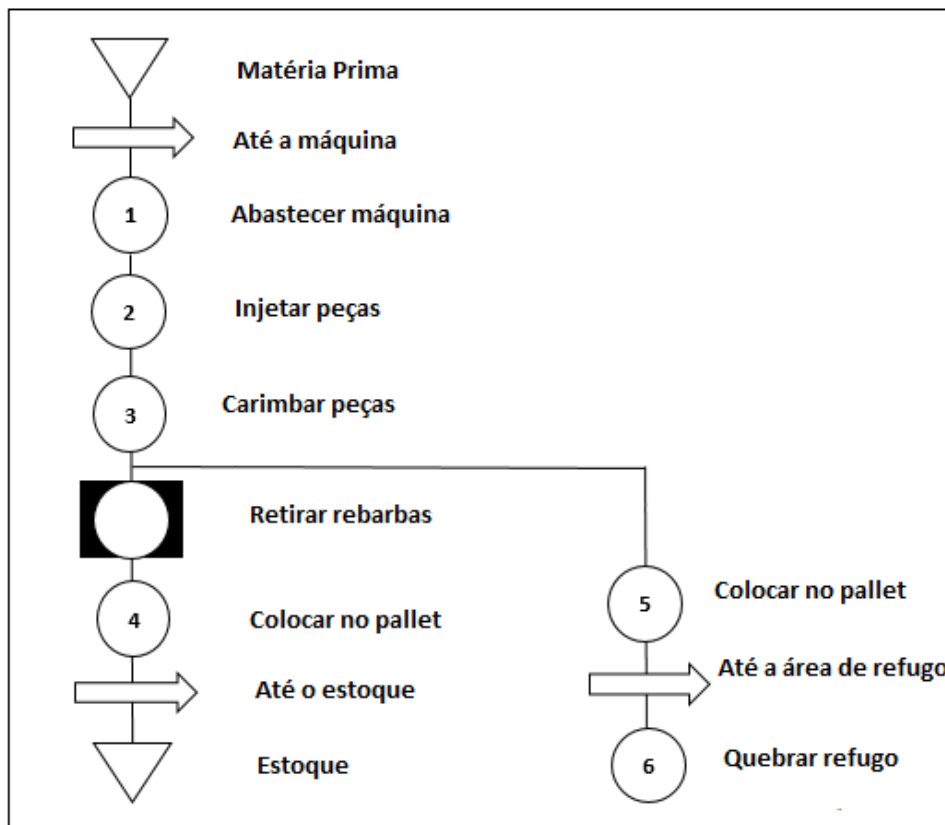
O processo produtivo começa com a injeção do termofixo chamado GRC. O processo de injeção de termofixo inicia na entrada da matéria prima, e devem estar sempre armazenados em uma sala fria com temperatura que varia de 15°C a 25°C. Logo após, a matéria-prima é retirada do estoque por uma empilhadeira e transportado para as injetoras onde são abastecidas e injetadas a uma temperatura de aproximadamente 180°C.

Após serem processadas, as peças são carimbadas pelo operador que faz uma inspeção visual nas mesmas com o objetivo de localizar falhas de injeção e remover as rebarbas existentes por meio de lixamento manual. Em seguida as peças são levadas para o estoque intermediário onde permanecem até a aprovação do inspetor de qualidade.

No passo seguinte, o inspetor seleciona a amostragem nos lotes e analisa as peças visualmente, confere as dimensões e realiza um teste de impacto nas amostras, caso a produção seja aprovada, segue para a operação seguinte: preparação das partes para a pintura. Se a amostra for recusada, todas as peças do lote são analisadas e se define se o lote será retrabalhado ou selecionado. As peças que forem selecionadas e classificadas como refugos são quebradas e armazenadas em um saco de rafia para serem transportadas a uma área específica até a data da coleta e transporte até o aterro sanitário, pois esse material é

classificado como perigoso, por não se decompor a exposição ao meio ambiente, gerando bônus financeiro que não agregam valor ao produto final.

Figura 1: Fluxograma do processo no setor de GRC



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

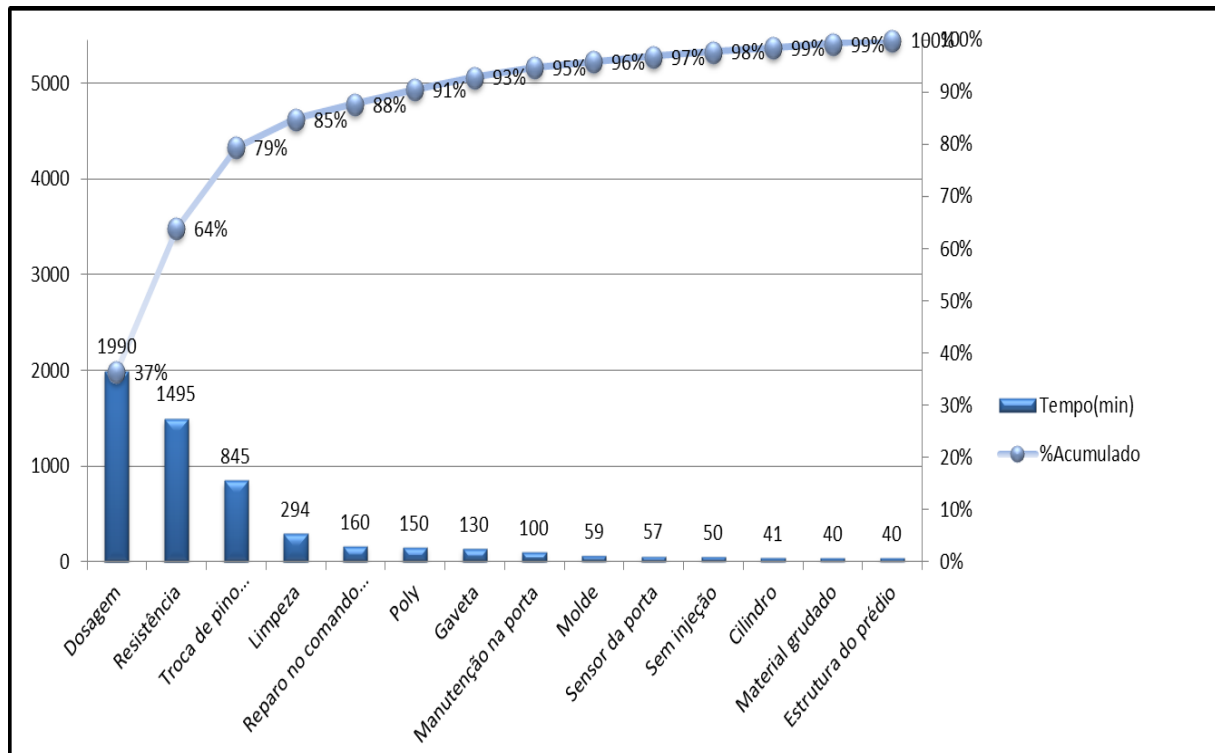
3.2 Diagnóstico do setor

O setor de GRC possui três máquinas injetoras, antigas, com cerca de 20 anos, e seus moldes são fixos, por não haver a necessidade de troca dos mesmos na empresa. Devido a esse fator, é feita uma programação levando em conta alguns atrasos como, por exemplo, o aquecimento do molde que antecede o processo. Mesmo descontando esse tempo, alguns *setups* não programados interferem na produtividade do setor.

Ao longo de seis meses foi feita uma pesquisa de quais paradas não programadas geravam maior perda de tempo na produção das peças. Essa pesquisa foi feita através de um diário de bordo, entregue a cada operador diariamente, para que fossem descritas todas as paradas e seus respectivos tempos.

Diante dos dados foi utilizado o gráfico de Pareto para que fossem verificadas as paradas que geravam muita perda de tempo (Figura 1).

Figura 2 - Gráfico de Pareto com representação dos tempos totais das paradas



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Observando o gráfico percebe-se que as paradas de dosagem, resistência e troca de pino quebrado representam cerca de quase 80% do tempo perdido.

4. Aplicação do SMED nos *setups* que representam maior tempo desperdiçado

O índice de tempo desperdiçado no setor GRC provoca atrasos na produção, deste setor que é central no processo produtivo. Este fator motivou a aplicação da metodologia SMED, procurando minimizar o tempo das principais paradas, com o intuito de reduzir esse índice.

O processo SMED foi aplicado a uma máquina de injeção, e o mesmo processo foi replicado em outras máquinas. A escolha desta máquina piloto ocorreu devido as informações detalhadas existentes sobre a mesma e que permitiriam fazer todos os passos do SMED.

4.1 Tempos

Para definição do equipamento de aplicação do estudo de caso, foi realizada a verificação dos tempos de *setup* junto ao gráfico de Pareto. Como definido anteriormente as paradas que geraram mais tempo desperdiçados foram estudadas. Durante esse procedimento verificou-se os horários em que foram produzidas as últimas peças do produto e o horário de produção da primeira peça em velocidade nominal. A partir desses dados, foi possível verificar o tempo de *setup* de cada parada e os respectivos tempos de folga, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Cronometragem dos tempos de *setup*

Tipo de <i>Setup</i>	Tempo de <i>Setup</i>	Tempo de folga
Troca de resistência	93 minutos e 30 segundos	90 minutos
Dosagem	148 minutos e 30 segundos	90 minutos
Troca de pino	144 minutos e 30 segundos	90 minutos

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Como pode ser visto na Tabela 1, a parada com problema de dosagem foi a parada com maior tempo de *setup*, com um total de 148 minutos e 30 segundos entre a última peça do produto e a primeira, trabalhando com 90 minutos de folga durante o *setup* da linha, seguido da troca de pinos com 144 minutos e 30 segundos e a troca de resistência com 93 minutos e 30 segundos. O *setup* da linha acarreta atrasos na produção devido ao tempo de *setup* hipotético utilizado para a programação de produção ser de 90 minutos. Conforme verificado na cronometragem, a injetora trabalha com folga zero, influenciando diretamente no excedente do tempo de *setup* e na capacidade da linha.

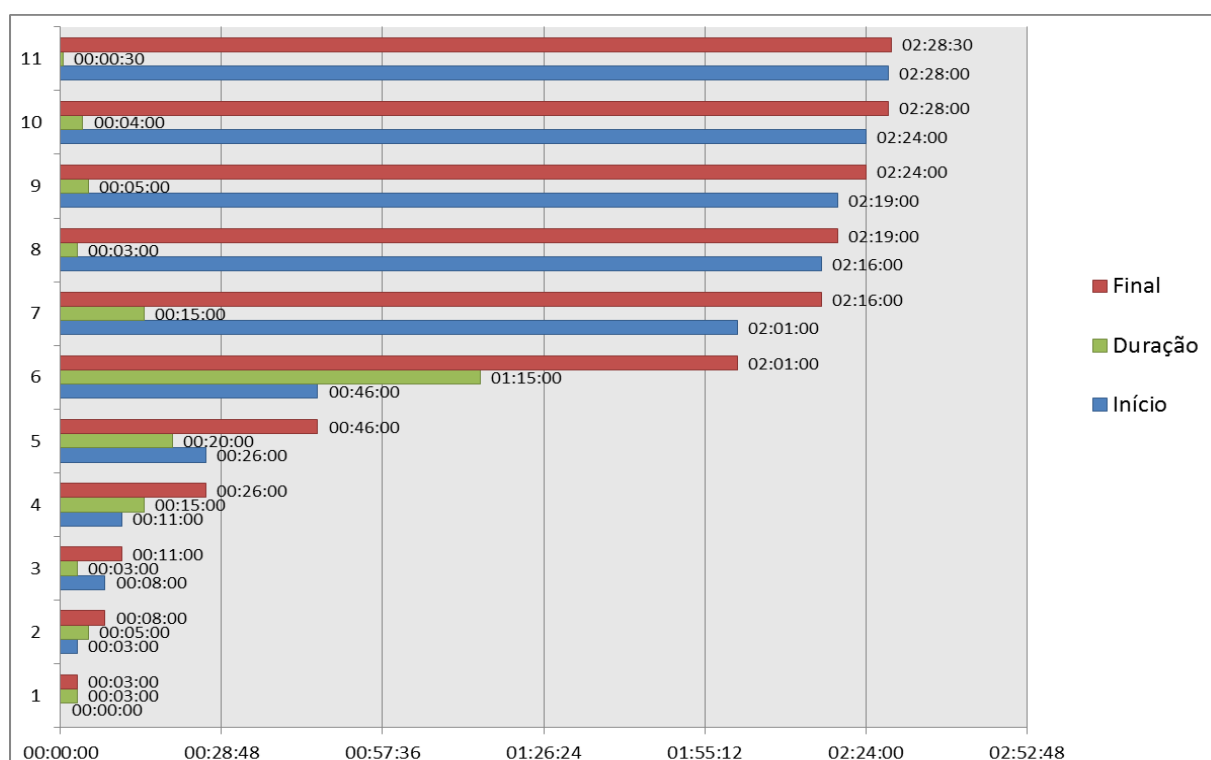
4.2 Aplicação do SMED

4.2.1 Estágio Inicial

Nesse estágio da implementação da ferramenta SMED foi realizado o mapeamento de todas as atividades do operador durante a execução dos *setups* e os tempos de cada atividade foram

cronometrados. O tempo total de operação foi de 148 minutos e 30 segundos em 11 atividades para dosagem, 93 minutos e 30 segundos em 14 atividades para troca de resistência e 144 minutos e 30 segundos em 14 atividades para troca de pino. As atividades executadas estão representadas nos apêndices A, B e C e o tempo de cada atividade foi representado em gráficos (Figura 3).

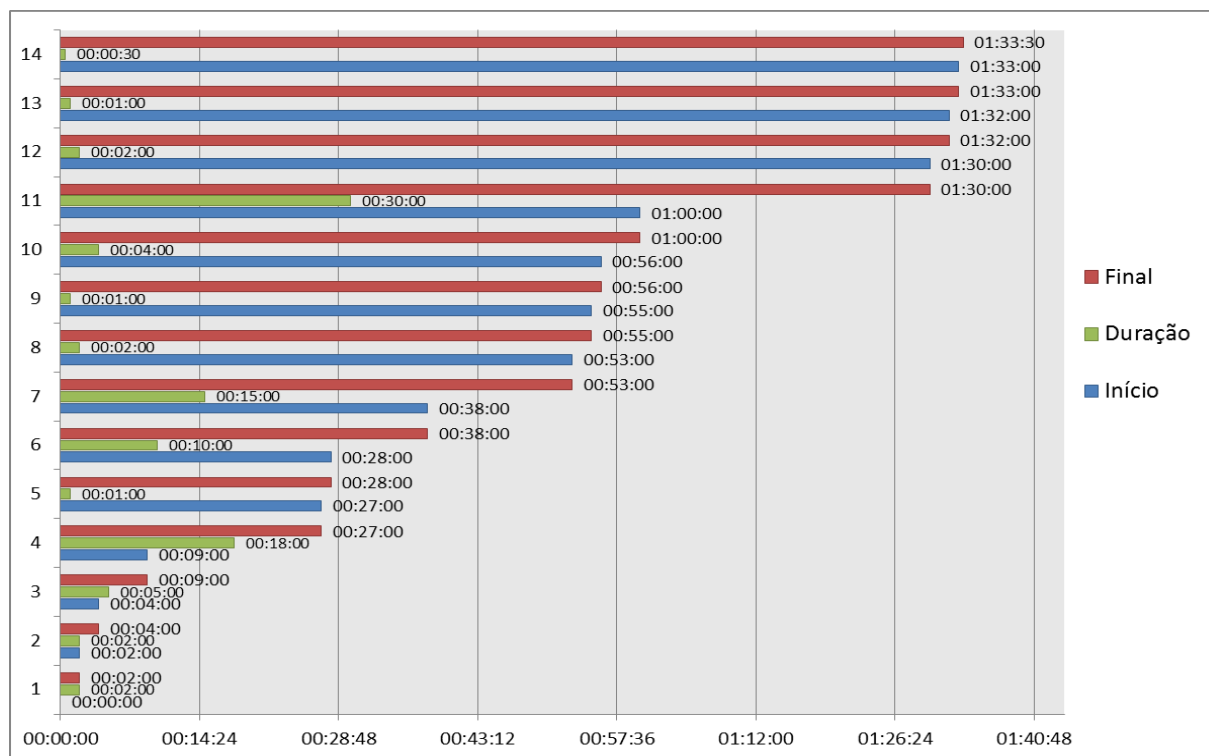
Figura 3: Gráfico com tempo de cada atividade para dosagem antes da aplicação do SMED



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Diante do gráfico observa-se os tempos de cada atividade no *setup* de dosagem, tendo a linha azul como início de cada atividade, a linha verde como período de duração da mesma e a linha vermelha com o tempo final da sequência de atividades. Foi observado que as atividades 5 e 6 tinham um maior tempo de duração. No gráfico a seguir temos os tempos das atividades para troca de resistência (Figura 4).

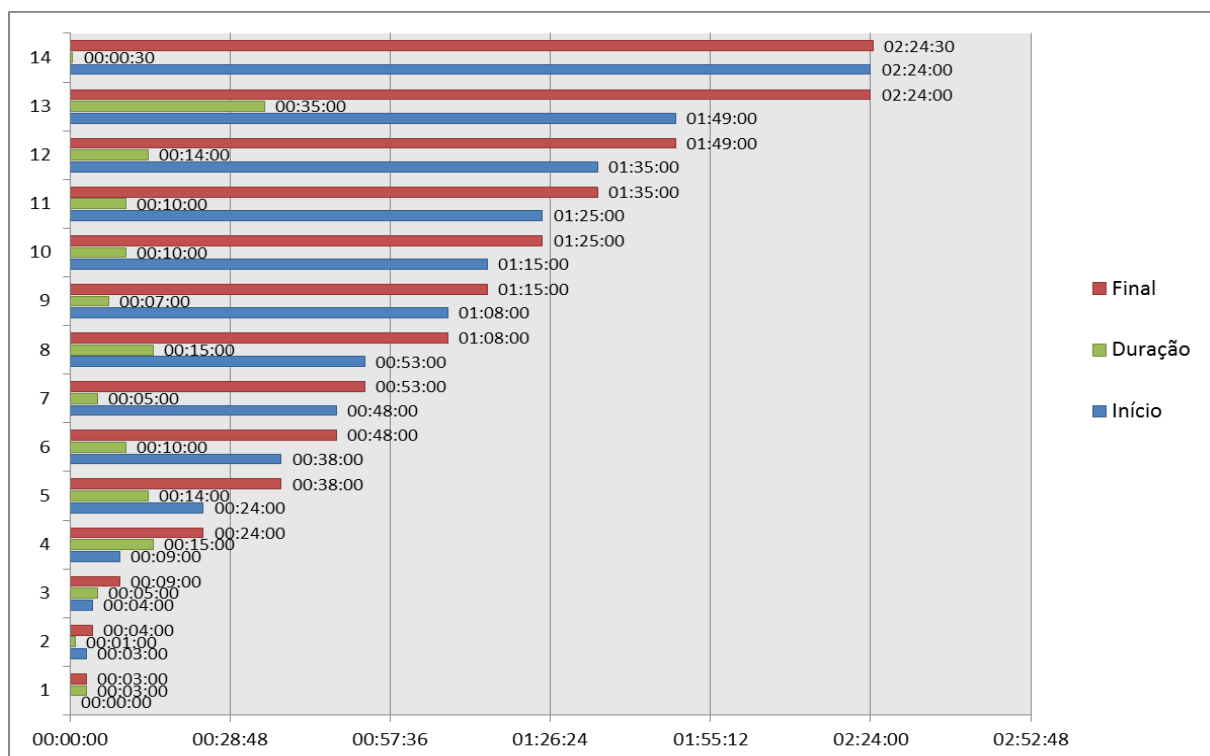
Figura 4: Gráfico com os Tempos de cada atividade para troca de resistência antes da aplicação do SMED



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No gráfico observamos que na troca de resistência as atividades que levavam mais tempo são a 4,7 e 11. A troca de resistência é o *setup* que tem o tempo total mais próximo do tempo de folga. No gráfico a seguir temos os tempos das atividades para troca de pino (Figura 5).

Figura 5: Gráfico com o tempo de cada atividade para troca de pino antes da aplicação do SMED



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

No gráfico observamos que a atividade 13 possui o maior tempo, por ser um *setup* de muitas atividades, que requer maior atenção.

4.2.3 Estágio 2

Neste estágio torna-se necessário analisar todas as atividades de *setup* e identificar quais podem ser executadas com a máquina em movimento (externa), reduzindo o tempo de equipamento parado. Essa análise foi realizada em conjunto com a equipe operacional e como resultado foi possível transferir seis atividades internas para externas, obtendo-se uma redução de 43 minutos no tempo de equipamento parado, nos três *setups* abordados, conforme pode ser visto na Tabela 2,3 e 4.

Tabela 2 - Atividade transformada em externa (Dosagem)

Nº	Atividade	Duração
10	Organizar insumos da produção anterior	00:04:00
TOTAL		0:04:00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018).

Na tabela 2 temos a atividade 10 no *setup* de dosagem, onde transformando a atividade 10 em externa, foi possível reduzir 4 minutos.

Tabela 3 - Atividades transformadas em externas (Troca de resistência)

Nº	Atividade	Duração
2	Responsável vai buscar amperímetro	00:02:00
3	Separar chaves necessárias para retirar a resistência	00:05:00
7	Vai até a loja buscar outra do mesmo Modelo	00:15:00
12	Organizar chaves utilizadas	00:02:00
TOTAL		0:24:00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 3 mostramos as atividades 2,3,7 e 12 que foram transformadas em externas, sendo a parada para troca de resistência a que conseguimos um maior tempo externo, com 24 minutos.

Tabela 4 - Atividade transformada em externa (Troca de pino)

Nº	Atividade	Duração
8	Vai até a loja buscar pino referente ao quebrado	00:15:00
TOTAL		00:15:00

Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Na tabela 4 temos a atividade 8 da troca de pino que foi possível transformá-la em externa, reduzindo 15 minutos das atividades internas.

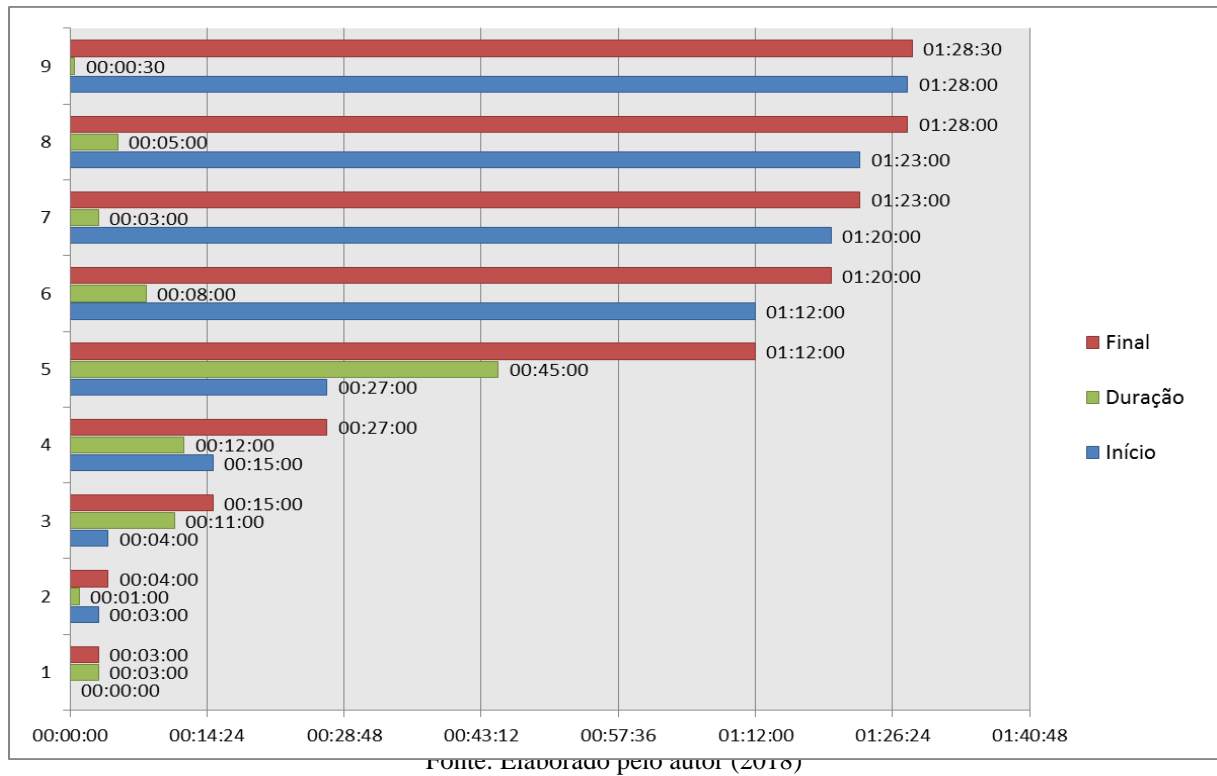
4.2.4 Estágio 3

Neste último estágio de implementação do método SMED, todas as atividades foram analisadas com o objetivo de identificar oportunidades de melhorias no setup. No caso estudado, essa análise foi realizada no formato de *brainstorming* junto com a equipe de operação e manutenção, quando foram levantadas ideias para eliminar atividades, combinar tarefas paralelas e simplificar execuções de algumas atividades.

4.3 Tempos de *setup*

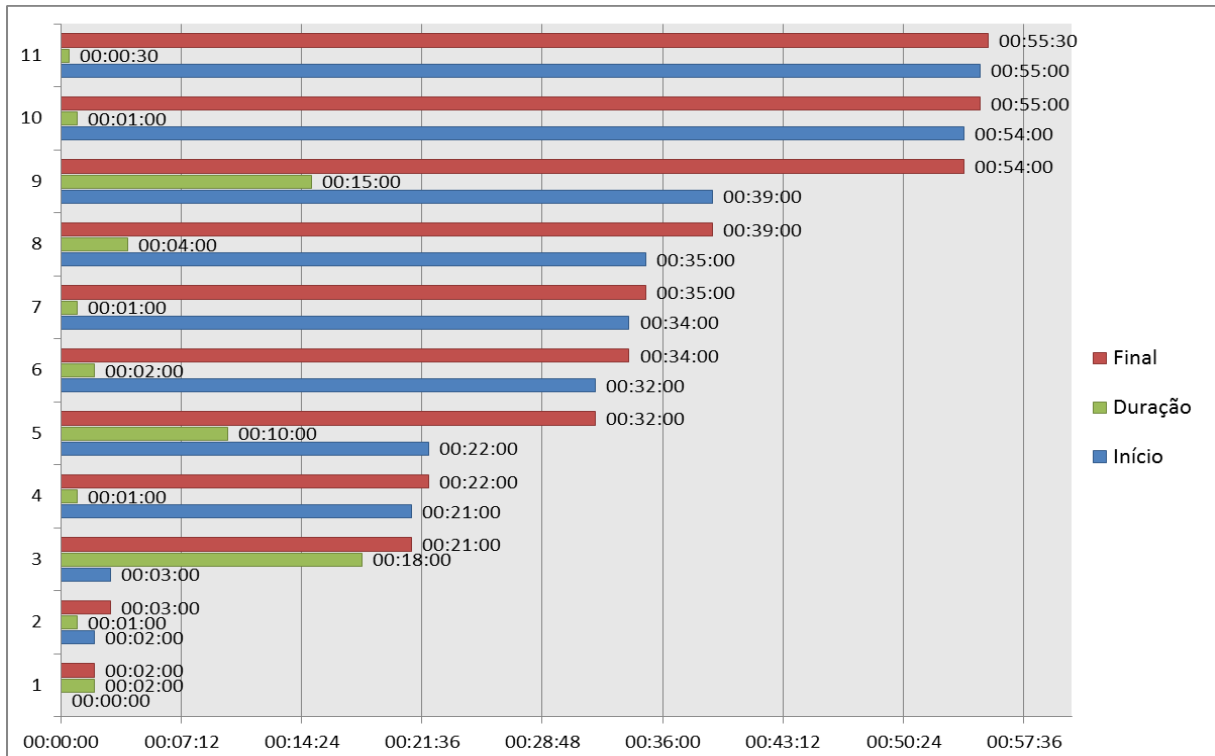
As ações de melhorias definidas no estágio três foram planejadas e serão executadas com mão de obra interna da empresa e materiais de baixo custo no início desse ano, já que a empresa estava prestes a ficar de férias. Após a conclusão de todas as ações, foi previsto uma nova cronometragem das atividades de *setup* (Figura 6).

Figura 6: Gráfico com a previsão dos tempos após melhoria na atividade de *setup* (Dosagem)



Diante do gráfico podemos observar os tempos previstos após as melhorias e a redução das duas atividades propostas, assim tornando o procedimento de dosagem com tempo dentro do prazo de folga e acabando com a possibilidade de atrasos na produção.

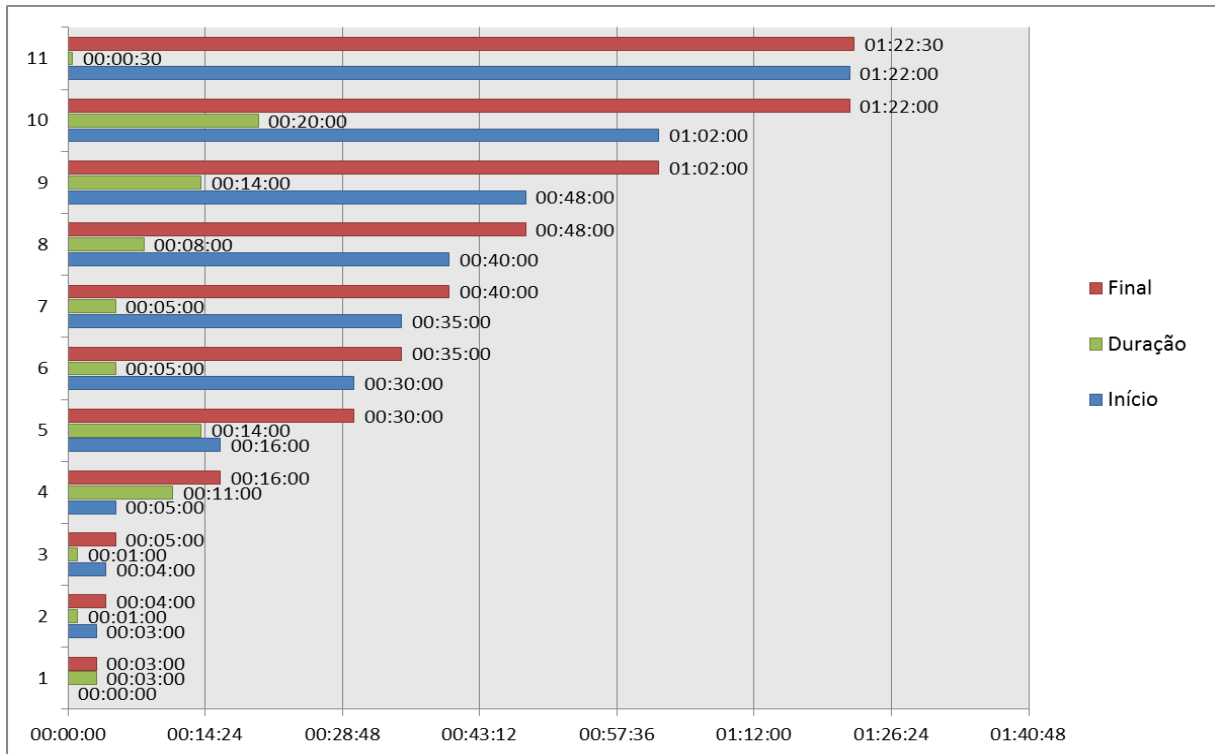
Figura 7: Gráfico com a previsão dos tempos após melhoria na atividade de *setup* (Troca de resistência)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

O gráfico da Figura 7 mostra o tempo previsto de *setup* para troca de resistência, que permitiu eliminar três atividades e reduziu o tempo total do procedimento que ficou dentro do tempo de folga.

Figura 8: Gráfico com a previsão dos tempos após melhoria na atividade de *setup* (Troca de pino)



Fonte: Elaborado pelo autor (2018)

Diante do gráfico (Figura 8), podemos observar os tempos previstos para troca de pino após as melhorias e eliminação de três atividades, que como os outros *setups* estudados passou a ter o tempo total dentro do tempo previsto para folga.

5. Conclusão

Este trabalho apresentou os resultados de uma pesquisa exploratória que teve o objetivo de aplicar a ferramenta SMED para redução do tempo de *setup* e analisar as lacunas encontradas no método. O método utilizado para a realização deste trabalho foi qualitativo com aplicação do SMED em um setor de máquinas da empresa estudada, por meio de observações realizadas e previsão de resultados alcançados.

O previsto resultado atingido no estudo de caso, quanto ao tempo de *setup* e consequente aumento de produtividade, são satisfatórios, já que, a partir do desenvolvimento do método,

obteve-se uma redução no geral de 160 minutos no tempo de *setup* dos equipamentos, que pode dependendo da máquina gerar mais 73 peças o que equivale a 17% da produção diária.

Apesar disso, a aplicação do método não possibilitou o atingimento do tempo em um único dígito de minuto, considerado o objetivo da ferramenta proposta por Shingo. Além disso, outros setores foram impactados com a redução do tempo de *setup*, um exemplo disto é o setor de pré-montagem que depende do setor de GRC, que, com a melhoria dos tempos, aumentou a produtividade.

O presente trabalho possibilitou uma maior expansão de conhecimentos e aprendizagens para a atuação no ramo de Engenharia de Produção, fazendo relevância no estudo dos tempos relacionados às paradas no setor de máquinas injetoras.

REFERÊNCIAS

BENJAMIN, Samuel Jebaraj; MURUGAIAH Uthiyakumar; MARATHAMUTHU, M. SRIKAMALADEVI. The use of SMED to eliminate small stops in a manufacturing firm. **Journal of Manufacturing Technology Management**, 24(5), 792–807. <https://doi.org/10.1108/17410381311328016>, 2013.

BERTO, Rosa Maria Villares de Souza; NAKANO Davi. **Revisitando a produção científica nos anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. *Produção*, 24(1), 225–232. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132013005000007>, 2014.

CAS, Franciele da; DA SILVA, Macáliston Gonçalves; DA LUZ, Daniel Fonseca; PACHECO, Diego Augusto de Jesus. Implicações da redução de setup na produtividade da indústria farmacêutica. **Revista GEINTEC**, 5(1), 1764–1779. <https://doi.org/10.7198/S2237-0722201500010014>, 2015.

CESARIO, Laís de Melo; RODRIGUES, Adriano. A melhoria da qualidade em uma indústria do sul de Minas Gerais: Implementação do controle estatístico do processo. **Revista Eletrônica FEOL – REFEOL**, 1, 1–15, 2017.

COSTA, Ariana de Sousa Carvalho; DE SANTANA, Lídia Chagas; TRIGO, Antônio Carrera. Qualidade do atendimento ao cliente: um grande diferencial competitivo para as organizações. **Revista de Iniciação Científica – RIC Cairu**, 2(2), 155–172, 2015.

FERREIRA, Jonathan Dias; GASPARINIB, Vicente Afonso. Análise da Gestão de Qualidade da Produção de Macarrão : um Estudo de Caso na Empresa “ Beta ” Analysis of Quality Management in Pasta Production : a Case Study in “ Beta ” Company. **Rev. Cienc. Gerenc**, 20, 70–76, 2016.

JUNG, C. F. **Metodologia Para Pesquisa & Desenvolvimento**: Aplicada a Novas Tecnologias, Produtos e Processos. Rio de Janeiro: Axcel Books, 2004.

MRUGALSKA, Beata; MAGDALENA, K. Wyrwicka. Towards Lean Production in Industry 4 . 0. **Procedia Engineering**, 12(1), 2016. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.135>, 2016.

MUTHUKUMARAN, G., VENKATACHALAPATHY, V.S., PAJANIRADJA, K. Impact on integration of Lean Manufacturing and Six Sigma in various applications - a review. **IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering (IOSR-JMCE)** E-ISSN: 2278-1684 Volume 6, Issue 1 (Mar. - Apr. 2013), PP 98-101

Www.iosrjournals.org, 6(1), 98–101. Retrieved from www.iosrjournals.org, 2013.

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

PUNYISA, Kuendee. Application of 7 Quality Control (7 QC) Tools for Quality Management : A Case Study of a Liquid Chemical Warehousing. **4th International Conference on Industrial Engineering and Applications**, 6–10, 2017.

SHEN, Xianjun; ZHOUL, Jin; XINGPENG, JIANG; XIAOHUA, Hul; HEL, Tingting; YANG, Jincai; XIE, Dan. A novel identified temporal protein complexes strategy inspired by density-distance and brainstorming process. **IEEE International Conference on Bioinformatics and Biomedicine (BIBM)**, 1269–1274, 2016.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos**. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre, Bookman, 2000.

SUNDARA, R; BALAJIB, A. N; SATHEESHKUMAR. R.M. A review on lean manufacturing implementation techniques. **Procedia Engineering**, 97, 1875–1885. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2014.12.341>, 2014.

THARISHENPREM, Supramaniam. Achieving Full Fungibility and Quick Changeover By Turning Knobs In Tape and Reel Machine By Applying SMED Theory. **33rd International Electronics Manufacturing Technology Conference 2008**, (M), 2008.

ULUSKAN, Meryem; GODFREY, Blanton. A; JOINES, Jeffrey. A. Integration of Six Sigma to traditional quality management theory: an empirical study on organisational performance. **Total Quality Management & Business Excellence**, 3363(March), 1–18. <https://doi.org/10.1080/14783363.2016.1150173>, 2016.

YANG, Ma Ga ; HONGN, Paul ; MODI, Sachin.B. Impact of lean manufacturing and environmental management on business performance: An empirical study of manufacturing firms. **International Journal of Production Economics**, 129(2), 251–261. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2010.10.017>, 2011.