

Aplicação do SMED para redução do tempo de *setup* em máquinas de impressão (*offset*) em uma cartonagem

Francisco Andrea Simões Braga (UNIARA) franciscoasb@yahoo.com.br
Vinicius Vecchi (UNIARA) engvecchi.producao@gmail.com

Resumo:

A globalização e o desenvolvimento tecnológico juntamente com grande exigência dos consumidores em aspectos como custo e prazo obrigam as empresas a fazerem melhor uso de seus recursos, assim aumentando sua eficiência produtiva para que se mantenha de forma competitiva no mercado. O *Lean Manufacturing* tem como seu principal objetivo acabar com os desperdícios da empresa. Para que os objetivos desse sistema de produção sejam atingidos, diversas técnicas foram desenvolvidas, como, por exemplo, a troca rápida de ferramentas conhecido como método SMED desenvolvido por Shingo. O presente trabalho aborda um estudo de caso realizado em uma indústria de médio porte, atuante no setor de cartonagem, localizada na cidade de Jaú/SP, e apresenta em bases teóricas e técnicas, métodos de observação do processo produtivo da empresa, uma proposta de melhoria dos fluxos de produção através da aplicação da Teoria das Restrições com a diminuição do tempo de *setup*. Neste estudo, foi analisado o tempo de *setup* gasto durante o processo produtivo das máquinas de impressão (*offset*) e percebeu-se o elevado índice de tempo de *setup*. Implementando o método SMED, os dados foram tabulados e evidenciou-se a evolução conquistada com a conversão de *setup* interno em externo. Percebemos que a conversão das atividades já é capaz de minimizar o impacto que o *setup* ocasiona na manufatura. Neste estudo, a redução do tempo de *setup* foi interessante para o aumento qualitativo e quantitativo do processo.

Palavras-chave: Tempo de *Setup*, Produtividade, *Offset*, SMED.

SMED application to reduce the setup time for carton printing machines (*offset*)

Abstract

Globalization and technological development along with great consumer demand in aspects such as cost and deadlines, require companies to make better use of their resources, thereby increasing their productive efficiency to remain competitive on the market. Lean Manufacturing has as its main objective to end the company's waste. In order for the purposes of this production system to be reached, several techniques were developed, such as the rapid exchange of tools known as SMED method developed by Shingo. This project discusses a case study in a medium-sized industry, active in the carton sector, located in the city of Jaú / SP, and features in theoretical and technical bases, observation methods of the production process of the company, a proposal for improvement of production flow by applying the Theory of Constraints with decreasing setup time. In this study, we analyzed the setup time spent during the production of printing machines process (offset) and realized the high setup time index. Implementing the SMED method, the data were tabulated and showed the evolution achieved by converting internal setup into external. We realized that the conversion of the activities is already able to minimize the impact that setup brings in manufacturing. In this study, reducing the setup time is interesting for the quantitative and qualitative increase in the process.

Key-words: Setup time, Productivity, Offset, SMED

1. Introdução

A globalização e o desenvolvimento tecnológico juntamente com grande exigência dos consumidores em aspectos como custo e prazo obrigam as empresas a fazerem melhor uso de seus recursos, assim aumentando sua eficiência produtiva para que se mantenha de forma competitiva no mercado (RANGEL et al., 2010).

Segundo McIntosh et al. (2007), na fabricação de pequenos lotes, a capacidade de mudança rápida é amplamente reconhecida como um requisito essencial para a flexibilidade e agilidade. Tendo essa característica de efeito rápido na transição de uma linha de produção, de um produto para outro, aumenta também a capacidade de resposta da empresa vista as necessidades do mercado e atribuindo níveis consideráveis de liderança (MILEHAM et al., 1999).

A Manufatura Enxuta ou *Lean Manufacturing*, filosofia presente no Sistema Toyota de Produção (STP), tem como seu principal objetivo acabar com os desperdícios da empresa. Para que os objetivos desse sistema de produção sejam atingidos, diversas técnicas foram desenvolvidas, como, por exemplo, a troca rápida de ferramentas, a produção em pequenos lotes, o sistema puxado de manufatura, a redução de estoques e uma série de outras ferramentas para a gestão da qualidade (PIRES et al., 2012).

Um fator crítico para linhas de produção é o alto tempo gasto em *setup*. Esse empecilho acarreta uma baixa produtividade devido ao equipamento parado e desperdícios oriundos de máquinas ociosas. Tempo de *setup* é o período em que a produção é interrompida para que os equipamentos fabris sejam ajustados. O tempo de *setup* está diretamente relacionado com as variações do produto e o planejamento da produção realizado pela indústria, porém enquanto esta ação não é concluída, o processo se mantém parado, logo ineficiente (GONÇALVES; SOUZA, 2013).

A diminuição dos tempos de *setup* pode promover melhorias nos sistemas produtivos em reduções de estoques, de retrabalho dos produtos e de ociosidade das máquinas (FAGUNDES; FOGLIATTO, 2003). Uma ferramenta apontada em diversos experimentos para atingir este objetivo é o método SMED (*Single Minute Exchange of Die*), metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo. Shingo (2008) define o SMED como um conjunto de técnicas visando à redução do tempo de *setup* para menos de dez minutos, possibilitando assim uma produção com nível de estoque reduzido, aumento de taxas de utilização da máquina, menor índice de erros de *setup*, melhoria de qualidade, entre outros ganhos.

Entretanto, há questionamentos a serem feitos, como: se o tempo de *setup* pode ser caracterizado como um desperdício; se ele pode impactar na produtividade de uma linha de produção de caixas em uma cartanagem; e, se implantado o método SMED, este conseguiria suprir as expectativas e diminuir o tempo de *setup* das máquinas.

Tendo em vista essas vertentes, neste trabalho foi verificado se o método SMED pode identificar e acabar com as atividades desnecessárias e diminuir o tempo de *setup* no segmento em questão. Sabendo da importância da redução do Tempo de *Setup* para aumento da eficiência produtiva, o objetivo deste trabalho é apresentar a aplicação da metodologia SMED proposta por Shingo (2008) na operação de *setup* de uma empresa do setor de cartanagem, buscando alcançar os benefícios oferecidos pelo uso dessa metodologia que, de maneira geral, possibilitem o aumento da eficiência da empresa. Sendo assim, a partir de visitas à empresa, foram realizadas entrevistas com os funcionários, incluindo os responsáveis pela realização do *setup*, além de terem sido efetuadas observações in loco e cronometragem do processo descrito e do processo melhorado, a fim de que fosse possível mensurar os ganhos obtidos.

2. Revisão bibliográfica

2.1 Manufatura enxuta (*Lean Manufacturing*)

A contextualização do sistema de manufatura enxuta ou *Lean Manufacturing*, que nada mais é que uma série de processos flexíveis que possibilita a produção ao menor custo, não é nova e tem sido identificada com muitos nomes diferentes, como fluxo de fabricação, Sistema Toyota de Produção, *just-in-time* e tecnologia de fluxo de demanda. A palavra “enxuta” é utilizada para descrever esse sistema produtivo, pois quando comparado com a produção em massa, implica em mais agilidade, rapidez e menor utilização de recursos (PIRES et al., 2012).

Segundo Rago et al. (2003), a manufatura enxuta é capaz de eliminar as perdas no processo de produção das empresas, além de ser um sistema que possibilita a fabricação de uma grande variedade de produtos, conforme pedidos específicos, e entregá-los aos clientes com prazos mais curtos.

A manufatura enxuta tem como foco otimizar os processos e procedimentos através da redução contínua de desperdícios (RIANI, 2006). Seus objetivos fundamentais são: otimização e integração do sistema de manufatura; maior qualidade; produção de acordo com a demanda; manter o compromisso com clientes, fornecedores e colaboradores e; redução do custo de produção (PIRES et al., 2012).

2.2 Tempo de Setup

Segundo Moura (1996), *setup* é o tempo decorrente para que todas as tarefas necessárias, desde o momento em que se tenha completado a última peça do lote anterior até o momento em que se tenha fabricado a primeira peça do lote seguinte. Já para Black (1991), *setup* é o tempo desde a última peça produzida com boa qualidade até a primeira peça em mesmo estado de adequação do próximo *setup*.

Shingo (2008) observou que as operações de *setup* podiam ser de dois tipos: *setup* interno e *setup* externo. Classificam-se em *setup* interno as operações que só podem ser realizadas quando a máquina estiver parada e em *setup* externo as operações que podem ser realizadas com a máquina em funcionamento (RANGEL et al., 2010).

A diminuição do tempo gasto em *setup* é uma situação necessária para diminuir o custo de sua preparação, visto que esta redução é muito importante por várias razões, como por exemplo, pela possibilidade do alto valor do custo de *setup*. Porém, quando os tempos de *setup* são reduzidos, é possível obter um aumento no tempo de operação do equipamento. Assim, as técnicas mais eficientes de troca de ferramentas diminuem as possibilidades de erros na regulação dos equipamentos (HARMON; PETERSON, 1991).

2.3 SMED - Single Minute Exchange of Die

Tendo a necessidade de aumentar a eficiência produtiva e visando reduzir o tempo das de *setup*, Shingo (2008) desenvolveu uma metodologia que foi chamada de *Single Minute Exchange of Die* – SMED e que no Brasil foi denominada de TRF (Troca Rápida de Ferramentas). Esse novo conceito foi publicado pela primeira vez no Ocidente em 1985 e é referência principal quando se trata de redução dos tempos de *setup* de máquinas, deixando claro a separação e a transferência de elementos do *setup* interno para o *setup* externo.

A metodologia foi idealizada ao longo de 19 anos e foi desenvolvida através de três etapas:

A primeira etapa ocorreu na planta da Mazda Toyo Kogyo em 1950, na cidade de Hiroshima. Analisando as atividades de troca de matrizes de uma determinada prensa, Shingo identificou que havia um conjunto de atividades de *setup* que eram realizados com a máquina parada.

Esse foi classificado então como *setup* interno. Já aquelas atividades de *setup* que ocorriam com a máquina em funcionamento, foram denominadas de *setup* externo (SUGAI et al., 2007).

A segunda etapa foi no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries, em Hiroshima no ano de 1957, onde houve a duplicação de ferramentas para que o *setup* fosse feito separadamente, gerando um aumento de 40% na produção (SUGAI et al., 2007).

Por fim, a terceira etapa ocorreu em 1969 na Toyota Motors Company, em que cada operação de *setup* de uma prensa de 1.000 toneladas exigia pelo menos quatro horas de trabalho. Sabia-se que uma prensa similar na Volkswagen exigia apenas duas horas de *setup*. Em uma primeira fase de seu trabalho de consultoria, Shingo conseguiu uma redução desse tempo para 90 minutos. Dessa forma, houve uma considerável redução do tempo da máquina parada para apenas três minutos, já que grande parte do *setup* era feito externamente (máquina em funcionamento) (SUGAI et al., 2007).

O SMED é um método que baseado na análise de tempos e movimentos relativos às operações de *setup* e tudo que estiver incluído neste período de tempo é objetivo de melhoria a ser realizada através da TRF (BLACK, 1991). O principal objetivo dessa metodologia é a redução do *setup* por meio da diminuição ou até a eliminação das perdas relacionadas a esse processo. Funciona como técnica para a redução dos tempos de preparação e aumento na rapidez do ajuste em equipamentos, possibilitando a produção econômica em pequenos e médios lotes em menos tempo por meio da minimização ou eliminação das perdas relacionadas ao processo de troca de ferramentas (FAGUNDES; FOGLIATTO, 2003).

Para Moxham e Greatbanks (2001) a existência desse método decorre das dificuldades encontradas em ambientes de produção diversificada e de baixo volume. O SMED propõe a eliminação de todos os passos desnecessários, além de melhorar os passos essenciais para a regulação da máquina e a padronizar o modelo escolhido (MOURA, 1996).

Após essa definição estratégica, Shingo (2008) apresentou quatro estágios conceituais para a implantação, que apontam o SMED como sendo composto por duas linhas principais: a análise e a implementação. Essas linhas diferenciam as operações de *setup* interno e externo e a racionalização das operações. Para a redução do tempo de *setup* e aplicação dos quatro estágios conceituais, Shingo (2008) propõe o uso de oito técnicas.

Estágio Preliminar:

Oferece apenas os parâmetros de tempo inicial das atividades realizadas no *setup*. Para obter os tempos das atividades, Shingo (1985) indica a possibilidade do uso do cronômetro, do estudo do método, de entrevista com operadores ou da análise da filmagem da operação (SHINGO, 1985).

Primeiro Estágio:

1ª Técnica: separação de operações de *setup* interno e externo: identificação de todas as atividades e determinação das operações a serem executadas com a máquina parada (*setup* interno) e com a máquina em funcionamento (*setup* externo);

Segundo Estágio:

2ª Técnica: converter *setup* interno em externo: reexaminar e analisar criteriosamente as operações verificando se foi classificada corretamente e buscar meios para converter operações internas em externas;

Terceiro Estágio:

3ª Técnica: padronizar a função, não a forma: ao unificar a forma, a produção encarece devido ao fato de todas as peças terem que se adequar ao tamanho da maior, como solução satisfaz padronizar os locais de encaixe ou engate;

4ª Técnica: utilizar grampos funcionais ou eliminar os grampos: substituição de parafusos, que demandam bastante tempo para fixação e retirada, para peças de fácil encaixe ou fixação de único toque;

5ª Técnica: utilizar dispositivos intermediários: algumas peças precisam de um fino ajuste na máquina, gerando *setup* interno, porém pode ser resolvido com a aplicação de gabaritos padronizados para realizar o *setup* externamente ou com a construção de outra base de produção para a mesma máquina que posteriormente será fixado na máquina;

6ª Técnica: adotar operações paralelas: enquanto a máquina realiza uma tarefa de *setup* com um operador, outros operadores realizam tarefas diferentes simultaneamente, todos com o objetivo de por a máquina em funcionamento, reduzindo perdas de deslocamento e reduzindo as horas-homem no *setup*;

7ª Técnica: eliminar ajustes: tornar desnecessário os ajustes e calibrações para trocas, podendo ser substituídos por interruptores de curso e gabaritos;

8ª Técnica: mecanização: aconselhável para máquinas de grande dimensão, a automatização das operações reduz o custo da troca, porém é necessário um investimento inicial sendo aconselhada após a aplicação das técnicas anteriores.

O método SMED não é o primeiro e nem o único sistema de redução do tempo de *setup*. Outros sistemas e métodos para troca rápida de ferramentas também foram apresentados por Hay (1987), Black (1991), Monden (1993) e Kannenberg (1994). Todos comprovaram que uso do método SMED, além de reduzir o tempo de *setup* aumentando a capacidade de produção, também traz benefícios como eliminação de erros de *setup*, operação simplificada, redução do tamanho dos lotes e redução do tempo de espera (RANGEL et al., 2010).

Ao aplicar o método SMED em uma empresa de bebidas, Padilha et al. (2012) consideraram o amplo campo de operações que necessitavam de *setup* interno, buscando reduzi-las e amenizar os seus efeitos para a produtividade, de maneira que as melhorias implantadas não necessitaram de grandes investimentos por parte da empresa. Assim, através dos dados levantados no estudo dos autores, a equipe conseguiu reduzir 41,54% do tempo *setup*, de modo que o objetivo da pesquisa foi plenamente alcançado, podendo ser estendido para as demais linhas de produção como forma de padronizar todas as operações de *setup* na empresa.

Carnovalli (2012) aplicou o método com o intuito de diminuir o tempo de *setup* do processo de injeção plástica e uma validação da aplicação do SMED através de um software de simulação. Foi visto que o método é de fácil aplicação e que os resultados são expressivos, através da aplicação do método de soluções simples e, na maioria, sem custos adicionais. Após a aplicação da metodologia, Carnovalli (2012) obteve como resultados principais a redução no tempo de *setup* do processo em 75% (SMED) e 85,12% (simulação), considerando que o tempo de *setup* passou de 60 minutos para 16 minutos no primeiro caso, e de 60,3 minutos para 9,0 minutos no segundo caso. Com menor tempo de *setup*, as máquinas injetoras estudadas ficaram maior tempo em produção e menor tempo paradas.

O método SMED, dentro do contexto da manufatura enxuta, serve como base fundamental para alcançar as vantagens competitivas propostas e também alicerça as teorias pregadas pela metodologia, uma vez que permite tornar seus preceitos viáveis e alavancadores para a organização (FRASCARELI; RODRIGUES, 2013).

2.4 Sistema Offset

O sistema de *offset* funciona com matrizes produzidas com as mesmas características da litografia e usando chapas de alumínio como meio de gravação e transferência de imagem. É o principal processo de impressão desde a segunda metade do século 20, e o mais usado no mundo, tanto para embalagens como para impressos, garantindo boa qualidade para médias e grandes tiragens e praticamente em qualquer tipo de papel e alguns tipos de plástico (especialmente o poliestireno) (PRINTI, 2016).

O *offset* faz uma impressão indireta: há um objeto entre a matriz e o papel, que é chamado de blaqueta. A imagem que está na matriz (que é metálica e é simplesmente chamada de chapa) é transferida para um cilindro coberto com borracha (a blaqueta) e, daí, para o papel. Há seis elementos básicos no mecanismo do *offset*: a chapa, a blaqueta, o suporte (seja papel ou outro), o cilindro de pressão (que pressiona o papel contra a blaqueta), a tinta e a água. (PRINTI, 2016).

A chapa com tinta imprime a imagem na blaqueta e esta a transfere para o papel. A transferência é garantida porque o papel é pressionado contra a blaqueta graças ao cilindro de pressão. A blaqueta é o grande segredo da qualidade da impressão obtida: a imagem impressa no papel fica mais nítida porque a blaqueta trata de conter excessos de tinta; a chapa tem uma durabilidade maior porque seu contato direto é com a superfície mais flexível da borracha; finalmente, o papel resiste bem ao processo porque não tem contato direto nem com a umidade nem com a maior quantidade de tinta da chapa. (PRINTI, 2016).

Durante o processo de transferência das informações, há um terceiro cilindro: o cilindro impressor. Ele é responsável por pressionar o papel para que ele fique em contato com a blaqueta. Este processo é necessário, pois evita borrões e excesso de tinta que o sistema de impressão direto cilíndrico pode ocasionar. A blaqueta, ao encostar na chapa, absorve a tinta excedente e permite transferir ao suporte apenas a quantidade necessária. Outra questão é que a tinta pode enrugar a folha ou até mesmo atravessa-la, manchando ou colando a folha seguinte, “perigo” chamado de decalcagem. A decalcagem também pode ocorrer caso os impressos sejam embalados ou transportados antes da secagem por completo, ocasionando a perda de tiragens (VALLILO, 2016).

Embora possibilite uma excelente qualidade de impressão, o mecanismo como um todo é em realidade frágil. Ele é instável: são necessários reajustes frequentes durante a impressão, para manter níveis adequados de tinta e umidade, tanto para evitar falhas e borrões quanto para manter a maior uniformidade possível nos tons das cores ao longo da tiragem. (VALLILO, 2016).

3. Metodologia

3.1 Características metodológicas

O presente trabalho aborda um estudo de caso realizado em uma indústria atuante no setor de cartonagem, e apresenta, em bases teóricas e técnicas, métodos de observação do processo produtivo das máquinas de impressão (*offset*) e uma proposta de melhoria dos fluxos de produção através da aplicação da Teoria das Restrições com a diminuição do tempo de *setup*.

Definindo o método de estudo de caso, realizou-se, inicialmente, uma pesquisa de campo, com visita técnica observacional, além da pesquisa bibliográfica. De acordo com Marconi e Lakatos (2002) “a pesquisa bibliográfica, ou fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema em estudo”. Assim, foram realizadas algumas revisões de literatura relacionando-as ao conteúdo do estudo de caso, identificando as lacunas da pesquisa, a fim de prover as questões e objetivos que este trabalho de pesquisa pretende

endereçar com a condução do caso.

Experimentos, levantamentos, pesquisas históricas e análise de informações em arquivos (como em estudos de economia) são alguns exemplos de outras maneiras de se realizar pesquisa. Segundo Yin (2001), o estudo de caso é apenas uma das muitas maneiras de se fazer pesquisa.

Assim, os estudos de caso representam a estratégia preferida quando se colocam questões do tipo "como" e "por que", quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Pode-se complementar esses estudos de casos "explanatórios" com dois outros tipos - estudos "exploratórios" e "descritivos" (YIN, 2001).

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa exploratória, pois busca apresentar informações sobre o assunto investigado, propiciando a definição, compreensão e delineamento do problema. Esse tipo de pesquisa visa proporcionar uma nova visão geral acerca de determinado fato e tem como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias (GIL, 2010).

3.2 Objeto de estudo

O estudo de caso foi realizado em uma cartonagem que confecciona produtos de cartão ou papelão, como caixas e embalagens diversas. Trata-se de uma indústria de médio porte, que se encontra há mais de dez anos no mercado e está localizada na cidade de Jaú/SP, interior do estado de São Paulo.

As produções das embalagens são feitas em duplex, tríplex e micro ondulado, impressas pelo processo de *offset* e permite oferecer acabamento plastificado, bopp fosco, verniz ultravioleta e alto brilho.

O processo de fabricação das embalagens compreende basicamente as seguintes etapas:

Cortadeira: faz o corte do cartão duplex ou tríplex, que vem do fornecedor em bobina, transformando em folhas com as medidas requisitadas.

Guilhotina: faz o refile do papel cartão deixando uniforme.

Offset: nesta etapa faz-se a impressão no papel duplex ou tríplex.

Acabamento: podendo ser envernizado, plastificado ou acabamento natural.

Micro ondulado: se a embalagem for composta de micro ondulado, a máquina ondulateira recebe a bobina de miolo e o transforma em micro ondulado.

Acoplamento: acopla o papel micro ondulado no papel cartão.

Confecção de Faca: trabalho realizado pelo fornecedor consiste na produção da faca de acordo com os moldes da embalagem.

Corte e vinco: o trabalho é cortado e vincado dando forma à embalagem através do uso da faca.

Colagem: responsáveis pelo fechamento das caixas podem ser feito manualmente ou em máquina, dependendo do formato da caixa.

Seladora: Agrupam as embalagens em pacotes e as envolvem com um filme encolhível.

Com o crescimento dos negócios, a empresa necessitou aumentar também a produção e sua estrutura física. Atualmente a demanda por seus produtos é maior do que os recursos fabris disponíveis. A indústria vem enfrentando problemas em relação a atrasos de entrega dos

pedidos e a produção que não consegue acompanhar as vendas, que permanecem constantes.

Observando a real situação da empresa, alguns pontos a serem refletidos e estudados foram abordados, e levantados fatores que influenciam direta ou indiretamente na desenvoltura da produção e consequentemente no prazo de entrega dos produtos aos clientes.

Com isso, ferramentas que possibilitem reduzir o tempo de *setup* das máquinas mostram-se como alternativa para tornar a produção mais flexível e com rápida resposta ao aumento de demanda. Neste trabalho foi analisado o tempo de *setup* gasto durante o processo produtivo das máquinas de impressão (*offset*).

3.3 Procedimentos operacionais

As informações contidas neste trabalho foram obtidas por meio de coleta de dados em fontes primárias, com levantamentos internos a partir de visitas à empresa. Foram realizadas entrevistas com os funcionários, incluindo os responsáveis pela realização do *setup*, além de terem sido efetuadas observações in loco e cronometragem do processo descrito e do processo melhorado.

Como já citado anteriormente, o conceito proposto por Shingo (2008) é simples e prático, permitindo uma aplicação objetiva e eficaz para o processo produtivo. Os quatro estágios ou passos descritos por Shingo (2008) foram aplicados na íntegra assim como separação de *setup* interno e externo e a conversão de *setup* interno em externo.

As verificações foram realizadas através dos processos de produção e de documentos como planilhas de custo, controles de produção entre outros documentos cedidos pela empresa para verificar a viabilidade técnica para a implantação desses métodos.

Pode-se dizer que o *setup* das máquinas *offset* divide-se em duas etapas:

- a primeira etapa consiste em retirar elementos referentes à impressão anterior, tal como, tintas, planos e chapas e preparar máquina para novo trabalho;
- a segunda etapa baseia-se nos acertos dos níveis das cores dos tinteiros para cada torre usada, do acerto das miras e da uniformização da cor por todo o plano de acordo com a amostra acordada com o cliente.

Etapa 1 – Limpeza da máquina e preparação para o trabalho seguinte

- | | |
|---|--|
| A. Retirar os planos da impressão anterior; | I. Diluir tintas; |
| B. Fechar torres; | J. Colocar chapas da impressão relativas à nova impressão; |
| C. Preparar mesa de amostras; | K. Limpar chapas; |
| D. Retirar as tintas da impressão anterior; | L. Preparar paleta de cartolina |
| E. Retirar chapas da impressão anterior; | M. Alimentar a máquina com novos planos de cartolina; |
| F. Remover tinta; | N. Ajustar zona de abastecimento; |
| G. Limpar cauchu; | O. Ajustar zona de saída de planos; |
| H. Colocar novas tintas; | |

Etapa 2 - Ajustes

- P. Acertar níveis de tinta e água e miras em cada torre utilizada;
- Q. Imprimir planos de acertos;
- R. Reaproveitar planos para ajustes.

As operações relativas à etapa 2 podem ser repetidas várias vezes até que a imagem contida no plano corresponda à imagem da caixa pretendida. Uma vez que se ajustamos níveis de tinta e de água nas torres, por vezes também se torna necessário repetir a operação G - limpar caucho. Como este cilindro é o responsável pela gravação da imagem no plano, caso esta esteja mal gravada, quer pelo excedente de água quer pelo desacerto do nível de tinta, é necessário lavar novamente o cilindro de modo a que a imagem errada seja “removida” e a imagem correta passe para o cilindro caucho e consequentemente para o plano.

Na máquina alvo de estudo trabalhavam dois operadores em cada turno. Se o *setup* é considerado uma atividade que não acrescenta valor ao produto, verifica-se que durante a realização deste os funcionários dispensaram uma boa parte do seu tempo em transporte/movimentações e esperas.

3.3.1 Estágio 1 - Divisão de Setup Interno e Externo

O *setup* da máquina *offset* é iniciado quando os planos da impressão anterior são impressos na totalidade, procedendo-se ao fecho dos tinteiros das torres em uso, bem como à descompressão do cilindro pressão. Após a análise da fase preliminar, são várias as movimentações e tempos de espera que os operadores realizam ao longo do *setup* e que poderiam ser evitadas.

3.3.2 Estágio 2 – Conversão de Setup Interno em Externo

Esta fase da metodologia SMED requer uma maior minúcia na observação das operações. Desta observação ressaltam três operações que poderiam ser convertidas em operações externas, ou seja, poderiam ser executadas com a máquina em funcionamento, que são:

- preparação das tintas;
- preparação da paleta de cartolina para abastecimento da máquina; e
- verificação e distribuição das chapas.

3.3.3 Operações Internas

Nesta fase, verificou-se que poderia existir uma racionalização das movimentações referentes ao processo de limpeza dos cilindros caucho e chapa. Para a limpeza dos cilindros usa-se uma esponja que requer diversas movimentações ao balcão das tintas, para a respectiva limpeza, uma vez que o recipiente de limpeza se encontra fixo ao balcão e os produtos de limpeza, nomeadamente o desengordurante e o diluente, se encontram lá arrumados.

Na operação distribuição das chapas, convertida em operação externa, constatou-se que poderia ser melhorada a fase de verificação das chapas. Um dos problemas que surgia com alguma frequência, consistia na não conformidade da chapa no momento de esta ser usada. Este problema deve-se essencialmente a dois fatores:

- o elevado tempo de armazenamento das chapas; e
- a falta de inspeção da conformidade da chapa no fim de cada impressão ou no momento de ser guardada.

Se a chapa apresentar áreas danificadas é certo que esta não realizará muitas tiragens, deste modo o departamento de design deverá ser avisado com brevidade para que possa proceder à substituição da respectiva chapa antes da sua próxima utilização. Tal substituição só é justificável caso as chapas que necessitam ser renovadas pertençam a encomendas firmes. Esta é uma forma de não atrasar o processo de impressão devido a anomalias nas chapas. Para evitar este problema, no final de cada impressão passa-se a verificar se a chapa pode voltar a ser utilizada na impressão, e caso contrário, informar o planeamento para produção de nova

chapa. Com base nesta ordem, o departamento de design confirma se a chapa em causa possui ordem de produção. Em caso afirmativo e com base na data de entrega, este procederá à sua substituição.

4. Resultados e discussão

O setor de *offset* é o que possui taxas mais relevantes em questão ao acerto de máquina, devido a sua complexidade do processo. Portanto, observa-se que o tempo produtivo de *setup* é alto na organização.

Foi analisado o tempo de *setup* gasto no processo produtivo das máquinas de impressão (*offset*) e percebeu-se o elevado índice de tempo de *setup* durante o processo.

A impressora *offset* é caracterizada por ser uma máquina automática, ou seja, quando está em funcionamento, apenas exige do operador controle da mesma e inspeção da qualidade dos produtos. Contudo, para se proceder ao *setup* desta, é necessária a parada da máquina e a mão-de-obra do trabalhador. Deste modo, o controle da máquina e a inspeção de qualidade retrata, indiretamente, a porção do tempo em que a máquina se encontra em funcionamento, assim sendo, o tempo de *setup* é representativo de metade do tempo gasto para produção.

Esse sistema de impressão dispõe de máquinas que produzem de 4.000 a 15.000 impressos por hora quando é impresso de folha a folha e de 30.000 a 45.000 por hora quando é impresso através de papel em bobina, sendo essas impressoras chamadas de rotativas.

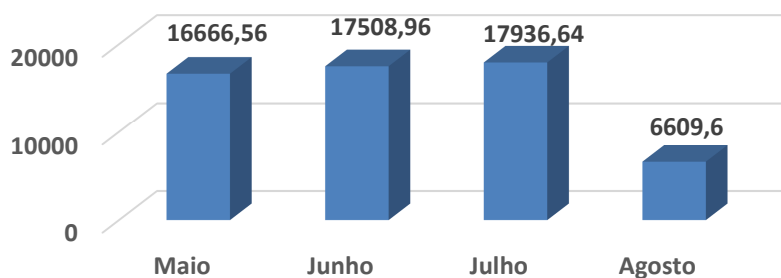
Nas máquinas analisadas, a média de impressão é de 9.500 por hora, considerando dois turnos de 6 horas de trabalho, totalizando uma média de 114.000 impressões por dia e 2.394.000 ao mês.

Após a implementação do método SMED, os dados foram tabulados conforme as apresentações gráficas abaixo, que nos mostram a evolução conquistada com a conversão de *setup* interno em externo. Percebemos que a conversão das atividades já é capaz de minimizar o impacto que o *setup* ocasiona na manufatura, considerando que no mês de Maio, 38,58% do tempo as máquinas ficaram sem produção, em Junho, esse índice subiu para 40,53%, e em Julho, o índice foi de 41,52%, totalizando uma média de 40,21%, quase metade do processo de produção.

Tempo com método antigo (t = seg)	
Maio	16666,56
Junho	17508,96
Julho	17936,64

Tempo com método proposto (t = seg)	
Agosto	6609,6

Fonte: Elaborado pelos autores
Tabela 1 – Tempos do *setup* das máquinas



Fonte: Elaborado pelos autores

Gráfico 1 - Tempos do *setup* das máquinas (t=seg.)

De acordo com os dados obtidos, observou-se no mês de agosto (data da implantação do método SMED) que houve uma redução na ordem de 62% do tempo de *setup*, ou seja, as máquinas ficaram 15,3% do tempo paradas.

A redução do tempo de *setup* foi interessante para o aumento qualitativo e quantitativo do processo, pois com o menor tempo da máquina parada é possível produzir mais e controlar com mais atenção a qualidade do produto que está sendo impresso. Analisando o processo da empresa objeto de estudo é possível perceber que a mesma não possui treinamentos periódicos para os seus colaboradores, isso dificulta a desenvoltura da habilidade e agilidade na hora da troca da ferramenta.

Observou-se também a falta de procedimentos no processo e a ausência de alguns instrumentos corretos que poderiam ganhar maior agilidade na realização da tarefa. Não há também controle de recebimento dos insumos, materiais fora dos padrões de qualidade dificultam e contribuem para o *setup* demorado.

Algumas medidas podem ser tomadas para a melhoria deste cenário que a empresa se encontra em relação aos tempos de *setup*. Treinamentos técnicos para os colaboradores, aquisição de instrumentos que possam acelerar a troca de ferramentas, desenvolvimento de *check list* para fazer a conferência dos insumos recebidos.

5. Considerações finais

No mercado competitivo, o aproveitamento do tempo e a redução de custos são requisitos fundamentais para a sobrevivência da indústria no mercado. Em vista disso, algumas ações devem ser tomadas para garantir a disputa no ramo de atividade.

A metodologia utilizada concentra-se em estágios conceituais de fácil compreensão e rápida aplicação.

Além de receber um retorno em curto prazo, outras vantagens competitivas foram alcançadas diante do novo cenário, como a demanda está sendo atendida com mais facilidade, uma vez que ela é caracterizada por produtos diversos e prazos de entregas curtos, dentro da realidade de produção do produto.

Pode-se concluir que o SMED, dentro do contexto da manufatura enxuta, serve como base fundamental para alcançar as vantagens competitivas propostas e também alicerça as teorias pregadas pela metodologia, uma vez que permite tornar seus preceitos viáveis e alavancadores para a organização.

Referências

BLACK, J. T. The Factory with a Future. Prentice Hall, 1991.

CARNOVALI, F. C.; FILHO, R. P. L.; SANTOS, Y. R.; SILVA, J. E. A. R. Estudo de aplicação do método SMED para redução do tempo de *setup* em máquinas injetoras de termoplásticos com suporte de simulação computacional. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

FAGUNDES, P. R. M.; FOGLIATTO, F. S. Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso. Gestão e Produção, v.10, n.2, p.163-181, ago. 2003.

FASCARELI, F. C. O.; RODRIGUES, J. S. Aplicação de técnicas de redução de tempos de *setup* para aumento de produtividade em uma indústria metal-mecânica. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2010.

GOLÇALVES, M. F. S.; SOUZA, J. B. Aplicação da TRF – utilizando a ferramenta SMED, para aumentar a produtividade em uma linha de produção de torres para linhas de transmissão de energia elétrica. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. A Gestão dos Processos de Produção e as Parcerias Globais para o Desenvolvimento Sustentável dos Sistemas Produtivos Salvador, BA, Brasil, 08 a 11 de outubro de 2013.

HARMON, R. L.; PETERSON, L. D. Reinventando a fábrica: conceitos modernos de produtividade aplicados na prática. Rio de Janeiro: Campus, 1991.

HAY, E. J. Any machine set-up time can be reduced 75%. *Industrial Engineering*, v.19, p.62-67, 1987.

KANNENGERG, G. Proposta de sistemática para implantação de troca rápida de ferramentas. Dissertação (Mestrado) – PPGE/UFGRS, Porto Alegre. 1994.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de pesquisa. São Paulo: Atlas, 2002.

MCINTOSH, R.; OWEN, G.; CULLEY, S.; MILEHAM, T. Changeover improvement: Reinterpreting Shingo's "SMED" methodology. *IEEE Transactions on Engineering Management*, v.54, n.1, p. 98-111, 2007.

MILEHAM, A. R.; CULLEY, S. J.; OWEN, G. W.; MCINTOSH, R. I. Rapid change over - a pre-requisite for responsive manufacture. *International Journal of Operations & Production Management*, v.19, n.8, p.785-596, 1999.

MONDEN, Y. The Toyota Production System. Institute of Industrial Engineers, Atlanta.1993.

MOURA, R. A.; BANZATO, E. Redução do Tempo de *Setup*: Troca Rápida de Ferramentas e Ajustes de Máquinas. São Paulo: IMAM, 1996.

MOXHAM, C.; GREATBANKS, R. Prerequisites for the Implementation of the SMED Methodology - a Study in a Textile Processing Environment. *International Journal of Quality e Reliability Management*, v. 18, n. 4, p. 404-414, 2001.

PADILHA, C. M. C.; ALBERTIN, M. R.; SOUZA, F. J. S.; CASTRO, C. H. C.; DIOGENES, L. O. M. Aplicação de um método de troca rápida de ferramentas (TRF) em uma empresa de bebidas. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.

PIRES, M. R.; STRINGARI, M. A.; SILVA, O.; SILVA, V. B. A implantação do *Lean Manufacturing* em pequenas empresas. 2ª SIEF – Semana Internacional das Engenharias da FAHOR. Horizontina (RS), 2012.

Printi. O processo e os benefícios da impressão *offset*. Disponível em: <<https://www.printi.com.br/blog/o-processo-e-os-beneficios-da-impressao-offset>>. Acesso em: 21/09/2016.

RAGO, S. F. T. Atualidades na gestão da manufatura. São Paulo: IMAM, 2003.

RANGEL, D. A.; SILVA, L. M. F.; ASSIS II, O. R.; RÊGO, T. P. Aumento da eficiência produtiva através da redução do tempo de *setup*: aplicando a troca rápida de ferramentas em uma empresa do setor de bebidas. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Maturidade e desafios da Engenharia de Produção: competitividade das empresas, condições de trabalho, meio ambiente. São Carlos, SP, Brasil, 12 a 15 de outubro de 2010.

RIANI, A. M. Estudo de Caso: O *Lean Manufacturing* Aplicado na Becton Dickinson. Tese de Engenharia de Produção - Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF / Minas Gerais. 2006, 44 p.

SHINGO, S. A Revolution in Manufacturing: The SMED System. Productivity Press. Cambridge, MA, 1985.

_____. Sistema de Troca Rápida de Ferramenta: Uma revolução nos sistemas produtivos. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R. I.; NOVASKI, O. Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso. *Gest.Prod.*, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007.

Vallilo Gráfica e Editora. Como funciona a impressão *offset*. Disponível em: <<http://www.graficavallilo.com.br/como-funciona-a-impressao-offset>>. Acesso em: 21/09/2016.

YIN, R.K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 2ª ed. Porto Alegre - RS: Bookman, 2001.