

Redução no tempo de setup em uma indústria de embalagens cartonadas

Fábio José Ceron Branco (UTFPR) fbranco@utfpr.edu.br

Eduardo Pereira Silva (UTFPR) brsilvaed@yahoo.com.br

Juan Carlos Claros Garcia (UTFPR) jcgarcia@utfpr.edu.br

Resumo

Este trabalho mostra um estudo de caso de aplicação da ferramenta SMED (Single Minute Exchange of Die), ou Troca Rápida de Ferramentas, em uma linha de impressão flexográfica de embalagens cartonadas. Seguiram-se os passos da metodologia SMED para redução do tempo de *setup* e refugo de material necessário para produção de um novo lote de embalagens cartonadas. Com a aplicação da metodologia SMED reduziu-se o tempo de *setup* em aproximadamente 40%, passando de 11 minutos para cerca de 6,5 minutos. Junto com estas ações de melhoria também foi possível a redução no desperdício de material impresso em aproximadamente 29%, passando de 98 metros para cerca de 70 metros de material. Assim obteve-se expressivo retorno financeiro para a empresa em relação ao aumento da disponibilidade da máquina (aumento de capacidade), redução no desperdício de material, aumento na eficiência do equipamento e padronização das atividades operacionais.

Palavras-chave: SMED, *Setup*, Troca Rápida de Ferramentas.

Reduction in setup time in a carton packaging industry

Abstract

This paper shows a case study of the application of the SMED (Single Minute Exchange of Die) tool in a flexographic printing line for carton packaging. The steps of the SMED methodology were followed to reduce setup time and scrap material needed to produce a new batch of carton packs. With the application of the SMED methodology the setup time was reduced by approximately 40%, from 11 minutes to about 6.5 minutes. Along with these improvement actions it was also possible to reduce the waste of printed material by approximately 29%, from 98 meters to about 70 meters. This resulted in a significant financial return for the company in relation to the increase in machine availability (increase in capacity), reduction in material waste, increase in equipment efficiency and standardization of operational activities.

Key-words: SMED, Setup, Quick Exchange of Dies.

1. Introdução

A redução dos tempos de *setup* é um aspecto essencial que contribui ao aumento da eficiência em sistemas de produção enxuta. De fato, a realização não adequada de *setups* e o tempo gasto com eles estão direta ou indiretamente relacionados às perdas de produção, tanto na visão da Manutenção Produtiva Total (TPM) quanto na visão dos desperdícios do Sistema Toyota de Produção (STP). Nesse sentido, conforme Nakajima (1988), as perdas de ajuste (*setups*) fazem parte das seis grandes perdas do TPM. *Setups* demorados também exigem, entre outros aspectos, a fabricação de grandes lotes, contribuindo assim para o desperdício da

Superprodução no STP que, segundo Ohno (1997), se refere a produzir mais do que o necessário. Tendo em vista as perdas/desperdícios ocasionados pelos *setups* e a necessidade em reduzir seus tempos de execução, Shigeo Shingo idealizou e desenvolveu o Sistema de Troca Rápida de Ferramentas ou SMED (*Single Minute Exchange of Die*), o qual consta basicamente de três etapas (SHINGO, 2000): (1) separação do *setup* interno e externo, (2) converter *setup* interno em externo e (3) racionalizar todos os aspectos da operação do *setup*. Shingo iniciou seus estudos de melhoria de eficiência do *setup* na fábrica da Mazda em Hiroshima, em 1950, e terminou de desenvolvê-los 19 anos depois, na planta da Toyota Motors Company, aliando aspectos práticos e teóricos de melhoria de *setup*.

O objetivo básico do SMED é fazer com que o *setup* seja realizado no menor tempo possível. Pode-se fazer uma analogia entre a indústria fabril e o automobilismo; o *setup* aplicado com técnicas SMED é o equivalente ao das corridas de Fórmula 1 conhecido como *pit-stop*, em que uma equipe de mecânicos de alto desempenho tem como objetivo comum aguardar o momento do automóvel parar no *pit-stop*, e restabelecê-lo em suas condições ótimas ao menor tempo possível, algo em torno de sete segundos. Há uma esperada contribuição de todos para que o mesmo volte em busca do propósito da equipe para terminar a corrida à frente de seus concorrentes.

Assim também ocorre nas empresas, que ao finalizarem um lote específico de produção ocorre a troca de ferramental e preparação para a próxima produção; todos os envolvidos nesta operação devem saber exatamente suas atividades antes da parada de máquina e executá-las com perfeição para que não ocorram refugos além dos ajustes necessários e, além disso, para evitar paradas de máquina não programadas para correção de desvios por falhas no seguimento do procedimento de troca de ferramental.

Vista a importância da troca rápida de ferramentas, este trabalho mostra um estudo de caso em uma linha de impressão flexográfica de embalagens cartonadas, em que o tempo inicial de trocas de ferramental era de aproximadamente onze minutos e a geração de refugo era de cerca de noventa e cinco metros de material cartonado, em média, para início da produção do próximo lote de embalagens cartonadas.

Seguiram-se os passos da metodologia SMED para redução do tempo e refugo de material necessário para produção de um novo lote, e obteve-se expressivo retorno financeiro para a empresa em relação ao aumento da disponibilidade da máquina (aumento de capacidade), redução no desperdício de material, aumento na eficiência do equipamento e padronização das atividades operacionais. O material criado neste trabalho tornou-se *benchmark* na companhia, pois levou-se em consideração o número de plantas com o mesmo processo de fabricação e com potencial de alto retorno financeiro.

Neste estudo de caso utilizou-se o roteiro de redução de tempo e refugo de uma Empresa de Consultoria (que será chamada assim daqui em diante), o qual está baseado na metodologia SMED, conforme a Figura 1. Esta metodologia é dividida em cinco passos, com objetivos específicos em cada nível, atividade e ferramentas de análise necessárias para obter-se o êxito de cada passo, ferramentas essas que são abordadas nos capítulos seguintes.

2. Definições sobre *setup*

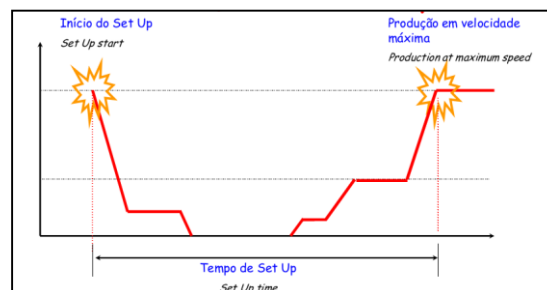
O *setup* é a sequência de atividades necessárias para preparação de um equipamento ou posto de trabalho entre a troca de produtos e o seu sucessivo. Conforme Satolo e Calarge (2008) o tempo de *setup* é aquele decorrente entre a produção da última peça boa do lote anterior e a primeira peça boa do lote seguinte, dentro do coeficiente normal de produção.

Nível	Passo	Objetivo	Atividade	Ferramentas
1	1.1	Escolha de um tipo de set-up e definição do ponto de partida e objetivo	- Classificação do set up - Análise de Pareto	- Escolha de um tipo - Ponto de partida e objetivo - Iniciar o monitoramento do tempo de set up
	1.2	Restaurar condições de base	- Etiquetamento - Brainstorming - Lista de anomalias	
2	2.1	Identificação do padrão atual	- Filmagem - Diagrama homem x atividades - Identificação das atividades que geram waste	- Identificação da perda técnica - Identificação de melhores práticas
	2.2	Reorganização / Rebalanceamento	- Setup interno x externo 5S - Eliminação das anomalias evidentes	Travel Chart
3	3.1	Introdução de um sistema para registrar as anomalias	Implementar um sistema de coleta de dados	- Sistema de registro anomalias - Análises de Pareto
	3.2	Análise da anomalias	Analisar as anomalias	5WH - Causa e efeito 5 Porques
	3.3	Eliminação das anomalias	- Planejamento de ações - Implementação das ações - Padronização das Ações	- Plano de limpeza, inspeção, lubrificação - Plano de Manut. preventiva
4	4.1	Melhoramento das atividades de substituição	- Decompor em micro atividades - Instrução de trabalho - OPLs	Análise ECRS
	4.2	Atualização do padrão e treinamento	Registro video	
5	5.1	Definições dos métodos de regulagens	Análises das condições: claras, como são garantidas	
	5.2	Eliminação das regulagens	- Poka Yoke - Pré-regulagens	Regulagens digitais
	5.3	Atualização padrão e treinamento	Registro video	

Fonte: Empresa de Consultoria

Figura 1 – Roteiro de redução de tempo e metragem

Pode-se afirmar que as operações de *setup* compreendem uma sequência de passos divididos em três fases: montagem e remoção de ferramentas ou componentes; medições, posicionamentos e calibrações; e corridas de testes e ajuste (SHINGO, 2000). Na prática, em um *setup* ocorrem as seguintes características vistas na Figura 2. Neste caso a ordenada “Y” corresponde à velocidade da máquina em metros por minuto e a abscissa “X” corresponde ao tempo em minutos que compreende: (1) máquina com decréscimo da “velocidade de cruzeiro” ou velocidade mecânica da máquina até que pare de se movimentar; (2) retirada de equipamentos, ferramental, moldes usados na produção anterior, montagem dos utensílios, novas ferramentas, provas de qualidade com seus devidos ajustes; (3) e, finalmente, o retorno à velocidade normal de produção.



Fonte: Empresa de Consultoria

Figura 2 – Modelo ideal *setup*

Entende-se que, quando a máquina está parada as atividades são chamadas de *setup* interno e quando a máquina está em produção, se existir alguma modificação, é chamado de *setup* externo. Um dos problemas comumente encontrados no início dos grupos de desenvolvimento

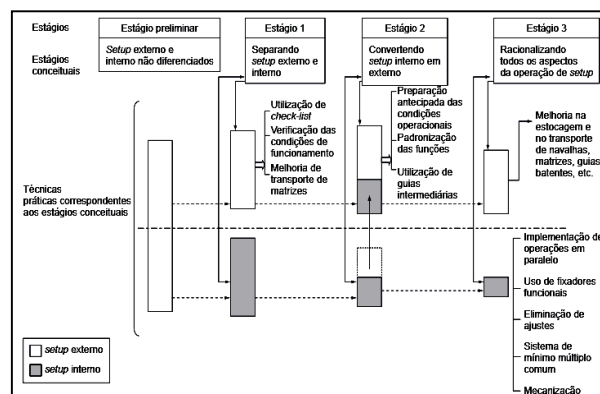
que trabalham com *setup* é que geralmente não existe uma constância no tempo de execução desta atividade, pois há uma dependência de experiência operacional, além de padrões informais e técnicas diferenciadas adotadas entre equipes de turnos diferentes que contribuem com essa variação no tempo. Este cenário é comumente encontrado em empresas que não investem em sistemas de gestão de melhoria contínua, tais como TPM (*Total Productive Management*), Manufatura enxuta (*Lean Manufacture*) ou ISO (*International Organization for Standardization*).

Conforme a Empresa de Consultoria, as fases que compreendem a evolução do indicador de tempo do *setup* são: monitoramento de tempo de *setup*; ponto de partida e objetivo; *setup* Interno / *setup* externo; e definição de padrão e treinamento.

Como ponto de partida é feito o levantamento da situação atual. Em seguida deve-se buscar a eliminação da variabilidade, através de restauração das condições de base do equipamento, controle da matéria prima e padronização de operações. Finalmente, para melhorar ainda mais este indicador, faz-se o uso de ferramentas de análise como: 5 PORQUÊS, ECRS (Eliminar, Combinar, Racionalizar e Simplificar) e melhorias nas microatividades.

2.1. SMED

O SMED (*Single minute Exchange of Die*), ou Troca Rápida de Ferramentas (TRF), é uma metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo, cujo objetivo principal é reduzir o tempo de *setup* em um processo. Isto é conseguido através da otimização do processo de reconfiguração das ferramentas e dispositivos de fixação de materiais (SHINGO, 1985). À medida que se pratica esta técnica, o tempo de *setup* tende a se reduzir gradativamente com sugestões dos operadores ou grupos de trabalho focados neste item. As fases de melhoria se iniciam com a classificação e a separação das atividades de *setup* em internas e externas, depois converte-se a maior quantidade possível de atividades internas em externas e, finalmente, racionalizam-se todas as operações de *setup*, como visto na Figura 3.



Fonte: SHINGO (2000)

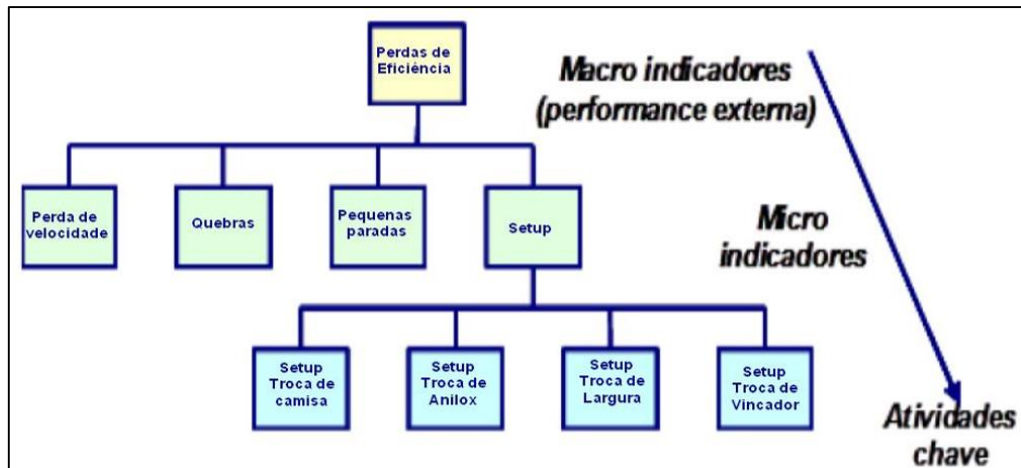
Figura 3 – Fases do SMED

3. Perdas

Perda é um consumo de recursos que não agrega valor ao produto ou ao cliente, afeta negativamente a produtividade e custa mais do que o necessário. A redução dos custos de um processo produtivo só é possível por meio da eliminação destas perdas, ineficiências e desperdícios (SHINGO, 1985). Nas indústrias existem perdas que são inerentes ao processo produtivo, e inversamente proporcionais a sua eficiência.

É fundamental que as atividades que não agreguem valor ao produto sejam sistematicamente reduzidas e as perdas eliminadas. Conforme a Empresa de Consultoria, as perdas macro devem

ser visualizadas através de perdas micro que são reveladas através de um “*Deployment*”, que significa desdobramento, para separar um conjunto de informações segundo várias categorias ou estratos. Uma vez coletados e registrados, a estratificação permite visualizar quais são as categorias em que o problema aparece mais e, portanto, quais devem ser focalizadas as ações corretivas, como destaca a Figura 4.



Fonte: Empresa de Consultoria

Figura 4 – Modelo de *Deployment* (Desdobramento)

4. Processo de Impressão (Flexografia)

O processo de flexografia tem como principal característica a reprodução de imagens com alto grau de definição. As máquinas impressoras têm capacidade de imprimir em até seis cores divididas em seis unidades de impressão. Além da impressão, nessa etapa são realizadas a vincagem da embalagem (dobras que resultarão no formato final da embalagem após o envase), e sistema de abertura.

O cliente negocia a produção de uma quantidade de embalagens de acordo com sua necessidade; após a impressão desta ordem de produção, as peças utilizadas no sistema de entintagem tais como: câmaras de tinta, camisas compressivas, caçapas e bombas de tinta, precisam ser substituídas para iniciar-se um novo lote para o próximo cliente.

As máquinas de flexografia possuem os sistemas de entrada e saída de substrato, que são rolos de papel cartão com cobertura de argila para dar o acabamento e base para as cores, grupos impressores, sistema de secagem e exaustão.

Como ocorre a transferência da tinta em uma unidade de impressão, a flexografia é caracterizada pela impressão direta ao substrato (papel), e utiliza chapas fotopolímeras para confeccionar as matrizes de impressão (clichês), e somente a área de imagem em alto relevo entra em contato com o substrato (SCARPETA, 2007).

5. Desenvolvimento da pesquisa

Este trabalho foi realizado pelos preceitos do TPM em reduzir custos de produção por meio da eliminação de perdas e aumento da produtividade de cada etapa do processo da fábrica. Por mediação de um planejamento estratégico em que é feito um levantamento de todas as perdas do ano anterior, foram definidas as frentes de trabalho que seriam desenvolvidas no ano corrente.

O *setup* é uma parte do processo de fabricação que deve ser trabalhado sistematicamente ano após ano e, com isso, alcançar seu nível ideal. Neste caso, estabeleceu-se como meta realizar o *setup* em tempo abaixo de 10 minutos.

5.1 Kick-off do grupo tarefa

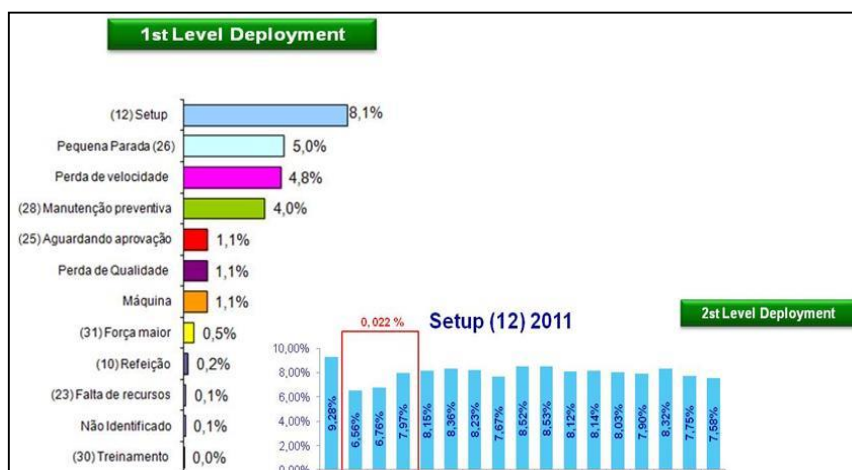
Na empresa em questão, os grupos-tarefa iniciam suas atividades com uma reunião dos integrantes do grupo juntamente com a comissão gerencial da fábrica. Este encontro é conhecido como *Kick-off* (abertura) do grupo.

Realizaram-se neste evento alguns treinamentos para balizar o conhecimento entre os membros, como o roteiro de redução de tempo de *setup* e a metodologia a ser seguida neste trabalho. Treinou-se os integrantes do time nas ferramentas de análise e na criação de um plano de ação eficaz. Também se definiu o cronograma de auditorias de acompanhamento da evolução das atividades, prazo para encerramento e, finalmente, definiu-se um líder para o grupo.

5.2 Escolha do tipo de *setup*

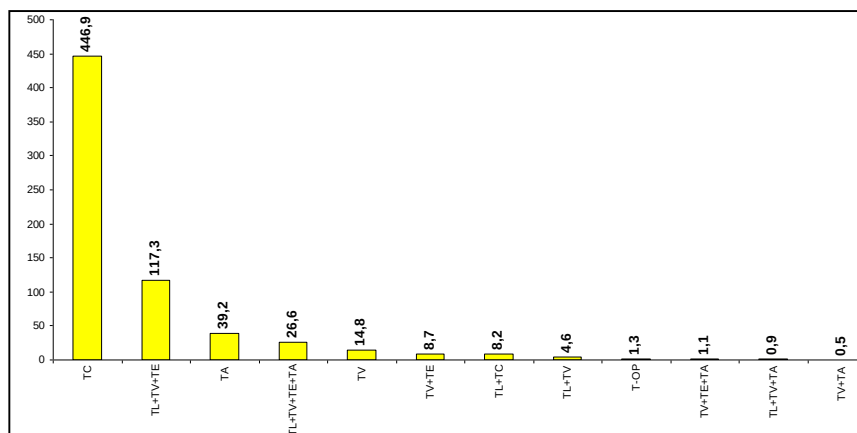
Com os dados fornecidos pelo pilar de melhorias focadas da fábrica, houve o entendimento da situação atual dos desperdícios de material impresso e eficiência do processo de impressão. Criou-se o primeiro nível de desdobramento de eficiência, em que se identificou o *setup* mais significativo, conforme Gráfico 1.

Desdobrando-se em um terceiro nível, identificou-se que a perda mais relevante se encontrava na troca dos cilindros de foto polímero, classificado como TC (troca de clichê), com um tempo acumulado de 446,9 horas em um intervalo de seis meses. Este foi o *setup* escolhido como foco do grupo, como mostra o Gráfico 2.



Fonte: Empresa pesquisada

Gráfico 1: *Deployment* primeiro e segundo nível – % de impacto no EE



Fonte: Empresa pesquisada

Gráfico 2: Impacto de horas acumuladas pelos tipos de *setup*

5.3 Restauração das condições de base

Antes de quaisquer atividades serem iniciadas é recomendado pela empresa que sejam feitas inspeções detalhadas no equipamento, pelos próprios integrantes do grupo, com o objetivo de eliminar possíveis falhas ou anomalias que podem gerar acidentes, defeitos, quebras e outros que podem impactar negativamente no resultado dos trabalhos do grupo.

Ao eliminar a deterioração forçada através da limpeza e inspeção do equipamento para reduzir defeitos, executa-se a lubrificação correta, previne-se a deterioração de rolamentos e mancais, vazamentos e realiza-se o aperto dos parafusos e porcas para prevenir quebras, entre outros. Ou seja, melhoram-se as condições básicas em relação à máquina para que a produção se mantenha dentro das especificações do cliente.

5.4 Identificação do padrão atual

Com os dados obtidos pelo desdobramento, coletou-se informações relacionadas ao padrão atual, como documentações e listas de verificação (*checklists*). Como ponto de partida, os integrantes do grupo escolheram monitorar as atividades dos operadores de máquina com o menor tempo na troca de camisas de fotopolímero e menores perdas de metragem de papel, com o intuito de estabelecer um padrão provisório de *setup* de referência para uma nova produção de embalagens.

A empresa possui duas linhas de impressão flexográfica e cada uma trabalha em regime de vinte e quatro horas e sete dias na semana, sendo que as equipes de operadores são divididas em três turnos de oito horas, compostas por quatro operadores em cada turno.

Para que fosse possível conhecer as atividades em detalhe, coletou-se o procedimento operacional atual e realizou-se a gravação em vídeo das atividades dos quatro operadores separadamente em três oportunidades de paradas para *setup*. Estes vídeos serviram como base para o desenvolvimento do diagrama homem-máquina, de forma a visualizar as atividades e onde ocorrem os gargalos e saturações operacionais. Com este diagrama identificou-se várias oportunidades para reduzir o tempo caso houvesse a erradicação das caminhadas desnecessárias e tempos ociosos. Pela análise do primeiro vídeo identificaram-se alguns pontos falhos a serem melhorados, tais como:

- Atividades que deveriam ser realizadas antes de terminar a ordem de produção na máquina e que poderiam passar para *setup* externo, como obtenção de informações da próxima produção, preparação de bombas de tinta, caçapas e laminas dosadoras;
- Problemas de equipamento;
- Caminhadas/movimentações desnecessárias;
- Avaliação do tempo de atividades que poderiam ser transferidas para *setup* externo.

Como pode ser visualizado na Figura 5, as cores em vermelho representam o tempo ocioso onde o operador ficou parado ou aguardando atividades subsequentes e os blocos nas cores em amarelo representam os deslocamentos de um ponto da máquina até outro.

5.5 Reorganização e rebalanceamento

A filmagem auxiliou na criação do diagrama de caminhada (*Travel Chart*) para que fosse possível visualizar o cenário do deslocamento de cada operador separadamente. Com essa ferramenta de análise evidenciou-se a desorganização e saturação de alguns operadores. Houve alta incidência de retorno a locais anteriormente percorridos, evidenciou-se as atividades e caminhadas sem valor agregado descritas na planilha de macroatividades.

Ao eliminar as atividades que não deveriam ser realizadas com a máquina parada e rebalancear as atividades entre os operadores, obteve-se notória redução nos deslocamentos. Nota-se, por

[illegible]

Figura 5 – Diagrama homem-máquina

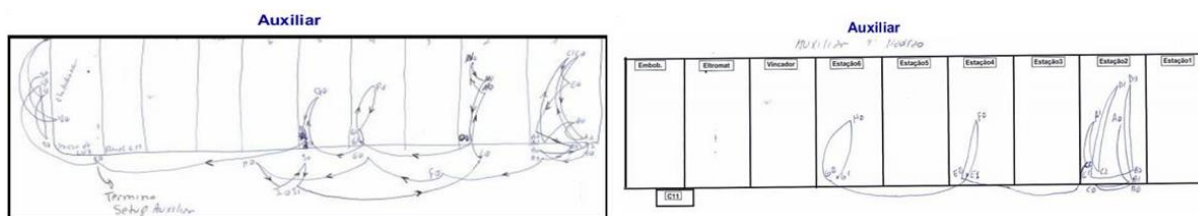


Figura 6 – *Travel Chart* do Auxiliar – Antes e depois

Juntamente com as imagens utilizou-se uma planilha padrão para controle de atividades, em que foram transferidas todas as ações realizadas de cada operador do início ao fim de cada gravação. A primeira coluna corresponde à ordem de acontecimentos das atividades, a segunda descreve o evento, na terceira insere-se o tempo cronometrado para esta atividade. A quarta e quinta colunas são essenciais para atingir o SMED, onde as atividades são classificadas como externas ou internas, item crucial para a redução do tempo de *setup*, como visto anteriormente. Da sexta coluna à décima terceira classificam-se as ações em sua tipologia e, finalmente, nas duas últimas colunas classificam-se estas atividades como valor agregado ou não para este momento da troca de ferramental com a máquina parada, conforme Figura 7.

Para detectar possíveis mudanças de Atividades Internas (AI) para Atividades Externas (AE), foi aplicado um estudo de ECRS. Assim, identificou-se a oportunidade de externalização da etapa de corte da emenda e aprovação da produção.

- Redução de velocidade (AE);
- Corte da emenda no embobinador (AE);
- Parada de máquina (AI);
- Troca de ferramental e aumento de velocidade para ajuste de impressão (AI);
- Parada de máquina (AI)
- Aprovação da arte nova (AI);
- Partida de máquina (AI);
- Retorno a velocidade de cruzeiro a 450 metros por minuto (AE).

Nº	Descrição da Operação	Tempo	AI	AE	Aguardar	Deslocamento	Inspeção	Organização	Ajuste	Troca posição	Comunicação	Relatório	NVA	VA
1	Acompanhando redução de velocidade no strobo	00:54		X			X						X	
2	Caminhou até a estação 6	0:05		X		X							X	
3	Aguardando desengrenamento da estação e acionamento do dolly arm	00:24	X		X								X	
4	Trocou a camisa da estação 6	00:34	X						X					X
5	Verificou se havia borra na lateral da camera	00:02	X				X						X	
6	Engrenou a estação 6	00:36	X						X					X
7	Abaixou a grade da estação 6	00:01	X					X					X	
8	Caminhou ate a estação 5	00:03	X			X							X	
9	Trocou a camisa da estação 5	00:31	X						X					X
10	Engrenou a estação 5	00:41	X						X					X
11	Abaixou a grade da estação 5	00:01	X											

Fonte: Empresa pesquisada

Figura 7 – Estudo das atividades macro

Alterou-se a parada da emenda na máquina e manteve-se os rolos sem separação. O papel que era utilizado para ajuste da próxima produção agora permaneceu no topo do rolo da ordem anterior, após o corte da emenda. Esta modificação tornou possível a redução no desperdício de material impresso, que originalmente consumia, para início da primeira embalagem com qualidade, uma perda de 98 metros, passando a ser de 70 metros; redução de 29%. Em relação ao tempo de máquina parada, anteriormente eram necessários 11 minutos para realizar toda a troca de ferramental e tintas passando para 6,5 minutos, em média; um decréscimo de 40% no tempo total de *setup*.

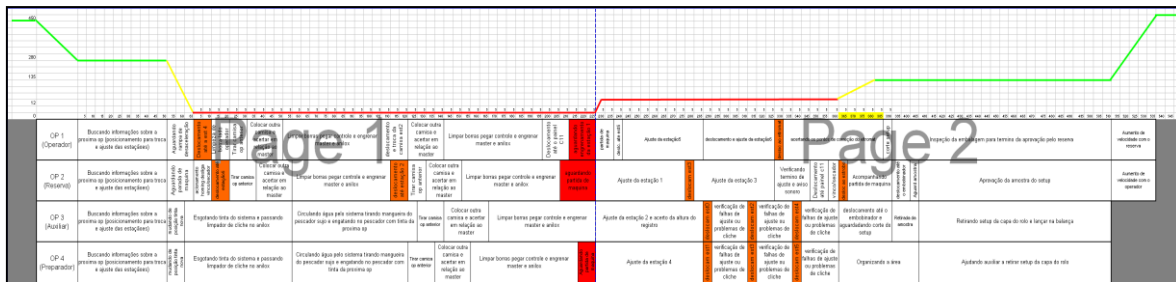
Após a alteração, o processo de emenda estabeleceu-se assim:

- Redução de velocidade (AE);
- Parada de máquina com emenda antes do vincador (AE);
- Troca de ferramental e ajuste de impressão (AI);
- Partida de máquina a 130 metros por minuto (AI);
- Corte no embobinador após correção dos registros (AI);
- Aprovação da arte nova (AE);
- Retorno a velocidade de cruzeiro a 450 metros por minuto (AE).

Com a planilha de macroatividades preenchida e ao classificar-se a tipologia de cada atividade, eliminaram-se algumas anomalias por falta de organização, procura de ferramentas pela falta de local adequado e falhas no cumprimento do 5S. Organizou-se todo material auxiliar necessário ao colocá-lo próximo do local utilizado, o que facilitou a troca rápida dos equipamentos e eliminou a procura por materiais, o que ocasionou impacto direto na redução do tempo total das atividades internas de *setup*.

5.8 Definição do padrão provisório e treinamento operacional

Após várias oportunidades de melhoria identificadas como organização do *layout* da área e eliminação das anomalias evidentes, criou-se um padrão provisório de atividades de *setup* para realizar o treinamento da equipe de operadores. Criou-se também um novo diagrama homem-máquina (Figura 8) para facilitar o treinamento e a gestão visual do novo procedimento. Neste diagrama pode-se observar que parte dos blocos de tempos ociosos e deslocamentos que ocorriam no *setup* interno foram eliminados ou transferidos para o *setup* externo.



Fonte: Empresa pesquisada

Figura 8 – Diagrama homem-máquina do padrão provisório

Com agendamento prévio, reuniu-se a equipe de operadores e, após uma breve explicação sobre o objetivo para a alteração do padrão atual, realizou-se o treinamento do procedimento provisório. Também houve o treinamento de um sistema de registro de anomalias com uma meta limite para tempo e perda de metragem de papel (conhecido como *trigger-point*) para disparar o preenchimento das folhas de análise pelos próprios operadores.

5.9 Introdução de um sistema para registro, eliminação e análise de anomalias

Com a máquina nas condições básicas restauradas e após a organização da área de trabalho, iniciaram-se a coleta das anomalias do procedimento atual, e para tal fez-se o uso de uma folha de análise sistêmica padrão já utilizada pela fábrica a ser preenchida manualmente pelos operadores, com campos a serem respondidos de forma a ficar claro o cenário da anomalia de *setup*. Nesta área existem perguntas para preenchimento do cenário da anomalia com o uso da análise dos cinco porquês (5W1H), as respostas destas perguntas nos levam a compreender melhor como a anomalia ocorreu durante a parada e partida da máquina.

À medida que ocorriam os *setups* com anomalia, coletaram-se as informações e criou-se um *Deployment* das anomalias de maior ocorrência. Com ele foi possível facilitar o entendimento da situação e realizar um estudo mais aprofundado no fluxo de produção que ocorria e, através da análise dos cinco porquês erradicar seu princípio em sua causa raiz. Após a realização das análises criou-se um plano de ações aplicando as soluções encontradas. As melhorias implementadas foram documentadas na biblioteca eletrônica da fábrica em formatos de lições de ponto de melhorias comparando antes/depois.

5.10 Definição dos métodos e eliminação de regulagens

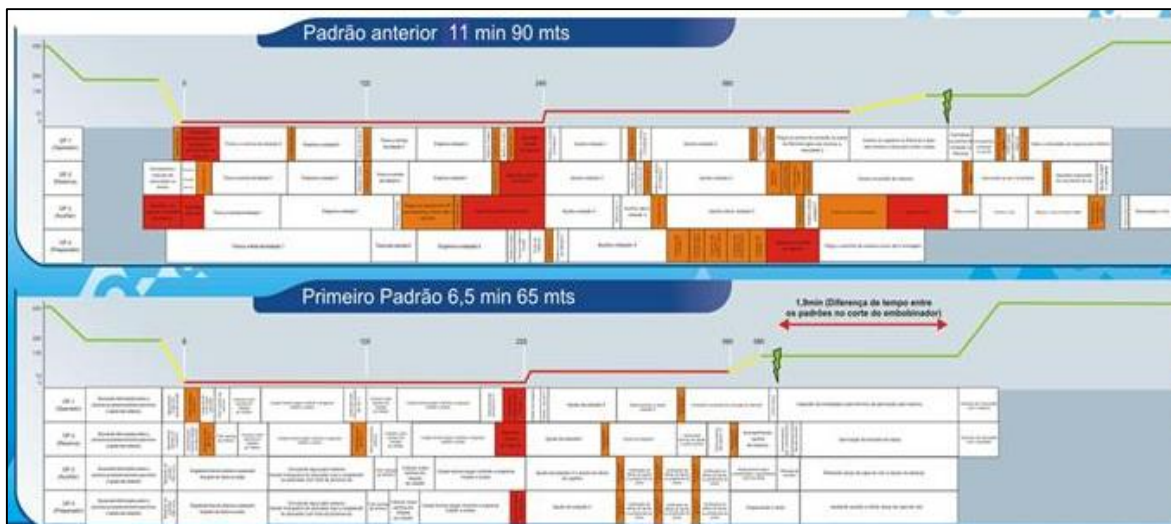
Para obter maiores ganhos, separaram-se as atividades em microatividades para que seja possível enxergar as atividades NVA (*No Value Added*) de não valor agregado. Para esta fase, escolheu-se a etapa de partida de máquina em que se concentram os maiores desvios operacionais. Durante as partidas de máquina após *setup* não existia padrão definido para controle de registros da impressão e, por conta disso, ocorriam grandes desperdícios de material devido a diferentes técnicas utilizadas entre os turnos das unidades de impressão. Para facilitar esta atividade, identificou-se a oportunidade de padronizar o posicionamento dos pontos na tela de correção, com a instalação de um gabarito com as posições predeterminadas de cada ponto de correção, o que levou à redução do tempo de ajuste e consequente redução na perda de material impresso com variação de registro.

As máquinas de montagem das camisas não possuíam sistema de fixação do braço do cilindro porta camisa e esta operação era feita manualmente, o que gerava desalinhamento dos fotopolímeros durante a montagem. Com a instalação de um sistema pneumático no braço porta camisa para travar a ponta do eixo, evitaram-se novas recorrências por desalinhamento do cilindro ao iniciar a montagem, fato que reduziu as paradas por variação de registro na linha de impressão após o *setup*.

5.11 Atualização do padrão de treinamento

Para alcançar uniformidade na execução das atividades, criaram-se os padrões definitivos de todas as rotinas relacionadas ao *setup* como instruções de trabalho, indicando a melhor forma de executar as atividades de *setup* interno e externo. Para facilitar o entendimento das paradas e partidas de máquina por parte dos operadores, padronizaram-se as velocidades de paradas de máquina e partidas após ajustes.

A Figura 9 apresenta a evolução entre os diagramas homem-máquina, antes e depois, destacando-se a eliminação de atividades NVA, com o tempo médio final de 6,5 minutos. Grande parte dos deslocamentos, representados pela cor alaranjada, e tempos ociosos, representados pelas cores em vermelho, foram eliminados.



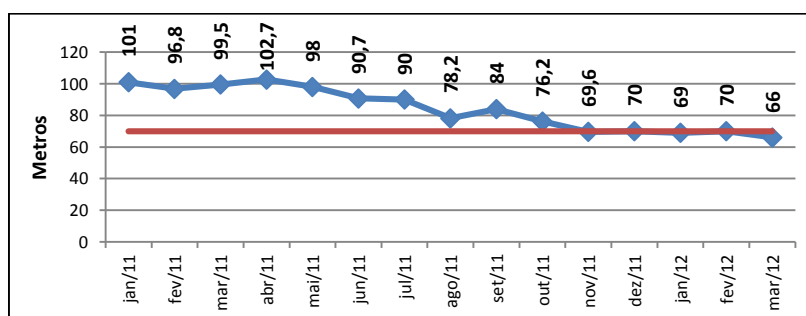
Fonte: Empresa pesquisada

Figura 9 – Comparação entre os diagramas homem-máquina antes e depois

6. Resultados obtidos

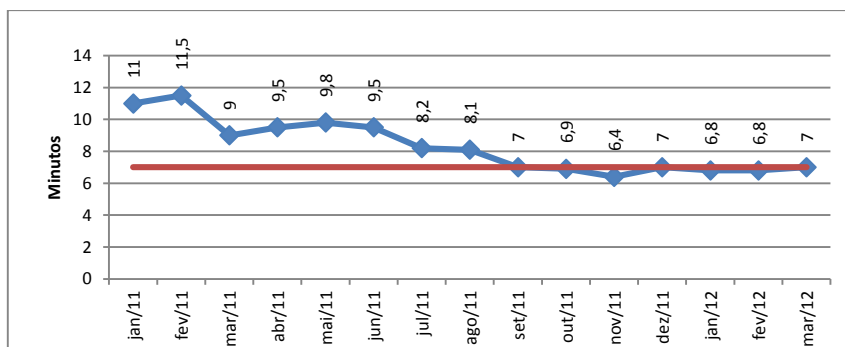
Com as alterações em vigor baseadas no novo modo operatório, superou-se o resultado pretendido em 10%. Com as mudanças no procedimento de parada da emenda e melhorias nas microatividades durante a partida da máquina, observa-se pelo Gráfico 3 a redução em 32% do material segregado necessário para produção da primeira embalagem com qualidade.

Já em relação ao tempo de preparação do equipamento para um novo lote, partiu no início do grupo com um indicador de 11 minutos para 6,5 minutos, e atendeu o objetivo principal da aplicação do SMED com a obtenção de tempos de troca de ferramental abaixo de dois dígitos, redução de cerca de 40% no tempo médio dos *setups*. O Gráfico 4 ilustra a redução acentuada do tempo de *setup* no período de aplicação do estudo de caso.



Fonte: Empresa pesquisada

Gráfico 3 – Evolução do indicador de desperdício de papel em metros



Fonte: Empresa pesquisada

Gráfico 4 – Evolução do indicador de tempo de *setup* em minutos

7. Considerações finais

O enfoque do estudo de caso baseou-se na questão operacional da metodologia SMED em uma empresa do ramo de embalagens cartonadas, com o objetivo principal de obter um modelo passo a passo para redução do tempo de *setup* de uma linha produtiva.

O desenvolvimento deste projeto permitiu realizar o entendimento da situação atual baseado nas expectativas na empresa e definir um *target* desafiador abaixo de dois dígitos de minuto. Conforme se desenvolvia a metodologia, com os resultados obtidos pela externalização das atividades, rebalanceamento e distribuição igualitária das atividades entre os operadores e padronização do diagrama homem-máquina, foi possível obter um nível de redução de aproximadamente 40% do tempo de troca de ferramental comparado ao início do trabalho do grupo. Junto com estas ações de melhoria também foi possível a redução no desperdício de material impresso, que originalmente consumia, para início da primeira embalagem com qualidade, uma perda de 98 metros, passando a ser de 70 metros, resultando assim em uma redução de cerca de 29%.

Com estas melhorias, obteve-se retorno financeiro substancial na empresa, devido à redução do desperdício na fábrica, acréscimo da disponibilidade de máquina, ou seja, maior capacidade de produção, e aumento no indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE).

Em relação à operação de máquina, pode-se citar efeitos positivos como o aumento do nível de satisfação dos funcionários em razão à eliminação das atividades complexas, ao aumento da segurança do local de trabalho devido à utilização do 5S, treinamento adequado e troca de experiências para definição de um padrão único que atendeu as necessidades dos envolvidos.

Estes fatores contribuem para melhorar a sinergia do grupo e transformá-lo em uma equipe de alta performance. Pelo exposto é possível admitir que o trabalho realizado obteve um impacto significativo na produtividade e no cotidiano dos funcionários da linha de impressão da empresa pesquisada.

Referências

- NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM - Total Productive Maintenance*. São Paulo: IMC Internacional, 1988.
- OHNO, T. *O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997, 150p.
- SATOLO, E.; CALARGE, F. Troca Rápida de Ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais. *Exacta*, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 283-296, jul./dez. 2008.
- SCARPETA, E. *Flexografia: Manual Prático*. São Paulo: Editora Bloco de Comunicação Ltda., 2007.
- SHINGO, S. *A Revolution in Manufacturing: The SMED System*. Productivity Press, 1985, 383p.
- SHINGO, S. *Sistema de Troca Rápida de Ferramental*. PORTO ALEGRE: Editora Bookman, 2000.