



Fábio José Ceron Branco^(a)
Eduardo Pereira Silva^(b)

a) fbranco@hotmail.com
b) brsilvaedu@yahoo.com.br

APLICAÇÃO DA METODOLOGIA SMED PARA REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP NA PRODUÇÃO DE EMBALAGENS CARTONADAS

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso que utiliza de uma das ferramentas do sistema de gestão TPM (Total Productive Maintenance) ou "Manutenção Produtiva Total", conhecida como SMED (Single Minute Exchange of Die) "Troca de ferramental em apenas um dígito de minuto", criada por Shigeo Shingo. Tem como objetivo propor um modelo de aplicação desta metodologia para auxiliar fábricas de qualquer ramo que tenham em seus processos de produção lotes diferenciados a obterem alta flexibilidade com a redução em seus tempos de troca de ferramental, denominado SETUP, estando assim aptas a corresponderem às demandas de seus clientes por lotes cada vez menores. Conclui-se esta pesquisa enfatizando-se que com a implantação dos passos desta metodologia, foi possível alcançar resultados financeiros expressivos, tangíveis no momento em que possibilita minimizar perdas que impactam diretamente nos KPI (Key Process Indicators) "indicadores chaves de processo", como abordado neste estudo, como o Overall equipment effectiveness (OEE) "indicador global de eficiência" de uma linha de produção flexográfica de uma empresa de embalagens cartonadas, tal como definiu-se um padrão único de operação para que se mantivesse este indicador em seu nível tecnológico mantido e de fácil execução.

Palavras-chave: SETUP. SMED. Troca Rápida de ferramental.

APPLICATION OF SMED METODOLOGY TO SETUP TIME REDUCTION IN A CARTON PACKAGING PRODUCTION

ABSTRACT

Abstract: This research aimed to presents a study using one tool based on TPM (Total Productive Maintenance), as known as SMED (Single Minute Exchange of Die) created by Shigeo Shingo. He proposes a model for application of this methodology to assist any branch of factories to obtain high flexibility by reducing their SETUP times and become able to meet the market demands by smaller lots. We conclude this research emphasizing that with the implementation of the steps of the methodology, it is possible to achieve significant, tangible financial results at the moment which enables minimize losses that impact directly on KPI (Key Process Indicators), such as Overall Equipment Effectiveness (OEE) of a flexographic production line in a package carton company, as defined a unique operation pattern to keep this bookmark maintained in a technological level and easy to perform.

Keywords: SETUP. SMED. Quick change Over.

1. Introdução

Neste capítulo é feita a contextualização do assunto do estudo de caso, são referidos os problemas e objetivos do mesmo, assim também como a metodologia utilizada. Conclui-se o capítulo com a exposição da organização do presente documento.

1.1. Introdução

Com intuito de obter-se maior rendimento em linhas produtivas e equipamentos, torna-se necessário reconhecer, medir e eliminar as perdas. Para atingir êxito neste indicador de processo, precisou-se entender os conceitos essenciais da Gestão Total da Produção conhecido como TPM (*Total Productive Management*).

Conforme JIPM (1999), identificaram-se seis grandes perdas sem agregação de valor em processos produtivos, os quais estão descritos a seguir:

- Quebra devido a falhas do equipamento;
- *SETUP* e ajustes de linha;
- Pequenas paradas e operação em vazio;
- Redução da velocidade de operação;
- Defeitos de qualidade e retrabalhos;
- Perdas de rendimento.

A sistemática do SMED (*Single Minute Exchange of Die*) é uma abordagem científica que pode ser aplicada em qualquer contexto fabril. Foi concebida por Shigeo Shingo, cidadão japonês que iniciou seus estudos de melhoria de eficiência na fábrica da Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima em 1950 e terminou de desenvolvê-la 19 anos após na planta da Toyota Motors Company no ano de 1969, aliando aspectos práticos e teóricos de melhoria de *SETUP*.

Este estudo de caso baseou-se na metodologia apresentada por Shigeo Shingo no livro “Sistema de Troca Rápida de Ferramental” e também guiou-se pelos passos da metodologia de redução de tempos de *SETUP* desenvolvido pela consultoria Efeso Consulenza em 1999.

Para elucidar o assunto, pode-se fazer uma analogia entre indústria fabril e o automobilismo. O *SETUP* aplicado com técnicas SMED é o equivalente das corridas de Formula 1 conhecido como *pit-stop*, onde uma equipe de mecânicos de alto desempenho tem como objetivo comum aguardar o momento em que o automóvel pare no *pit-stop*, abastecê-lo e restabelecê-lo em suas condições ótimas ao menor tempo admissível, algo em torno de sete segundos, todos contribuindo em atividades paralelas e distintas

para que o mesmo volte em busca do propósito da equipe terminando a corrida a frente de seus concorrentes e assim vencendo esta etapa.

Assim também ocorre nas empresas, em que ao finalizarem um lote específico de produção ocorre à 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 para evitar paradas de máquina não programadas para correção de desvios por falhas no seguimento dos procedimentos de troca de ferramental.

Aplicou-se o estudo de caso em uma linha de impressão flexográfica de embalagens cartonadas em que o tempo inicial de trocas de ferramental era de onze minutos e geração de refugo com média de noventa e cinco metros de papel, para início da produção do próximo lote de embalagens cartonadas, valendo-se do segundo item das seis grandes perdas citadas anteriormente, "ajustes de linha".

Seguiram-se os passos da metodologia SMED para redução do tempo e refugo de material necessário para produção de um novo lote.

Como fruto do trabalho, 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, padronização das atividades operacionais e garantia da sustentabilidade da perda em seu nível tecnológico em relação ao tempo e desperdício de material.

O material criado com esta pesquisa tornou-se *benchmark* na companhia, pois se levar em consideração o número de plantas com o mesmo processo de fabricação seu potencial de retorno financeiro ultrapassa a casa dos seis dígitos.

Na Figura 1 apresenta-se a visão lateral de uma impressora flexográfica com seis unidades de impressão e, ao seu lado, quatro operadores.

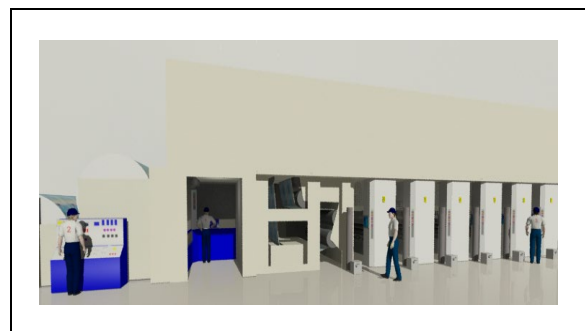


Figura 1: Impressora Flexográfica. Fonte: Autor

1.2. Justificativa

A redução no tempo de SETUP tem efeito positivo cascateado em vários indicadores chaves de processo KPI's (*Key Process Indicators*) e também na cadeia de suprimentos como: aumento do volume de produção, aumento na eficiência global do equipamento, aumento de produtividade, tempo de atravessamento baixo (*Lead Time*), quantidade e data contratada correta pelo cliente (OTIF - *On time, In full*), redução dos custos operacionais, lotes pequenos e baixo índice de material semi-acabado *WIP (Work in*

progress), aumento na satisfação do funcionário e nível de segurança por conta da organização e limpeza do local de trabalho.

Neste estudo de caso utilizou-se do roteiro de redução de tempo e refugo baseado na metodologia SMED, aplicando as ferramentas de análise de cada passo para atingir o objetivo específico do nível abordado (Figura 2). 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.

Roteiro de Redução de Tempo e Metragem de Setup				
Nível	Passo	Objetivo	Atividade	Ferramentas
1	1.1	Escolha de um tipo de set-up e definição do ponto de partida e objetivo	<ul style="list-style-type: none"> > Classificação do set up > Análise de Pareto 	<ul style="list-style-type: none"> > Escolha de um tipo > Ponto de partida e objetivo > Iniciar o monitoramento do tempo de set up
	1.2	Restaurar condições de base	<ul style="list-style-type: none"> > Etiquetamento > Brainstorming > Lista de anomalias 	
2	2.1	Identificação do padrão atual	<ul style="list-style-type: none"> > Filmagem > Diagrama homem x atividades > Identificação das atividades que geram waste 	<ul style="list-style-type: none"> > Identificação da perda técnica > Identificação de melhores práticas
	2.2	Reorganização / Rebalanceamento	<ul style="list-style-type: none"> > Setup interno x externo > 5S > Eliminação das anomalias evidentes 	<ul style="list-style-type: none"> > Travel Chart
3	3.1	Introdução de um sistema para registrar as anomalias	<ul style="list-style-type: none"> > Implementar um sistema de coleta de dados 	<ul style="list-style-type: none"> > Sistema de registro anomalias > Análises de Pareto
	3.2	Análise da anomalias	<ul style="list-style-type: none"> > Analisar as anomalias 	<ul style="list-style-type: none"> > 5W1H > Causa e efeito > 5 Porques
	3.3	Eliminação das anomalias	<ul style="list-style-type: none"> > Planejamento de ações > Implementação das ações > Padronização das Ações 	<ul style="list-style-type: none"> > Plano de limpeza, inspeção, lubrificação > Plano de Manut. preventiva
4	4.1	Melhoramento das atividades de substituição	<ul style="list-style-type: none"> > Decompor em micro atividades > Instrução de trabalho > OPLs 	<ul style="list-style-type: none"> > Análise ECRS
	4.2	Atualização do padrão e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> > Registro vídeo 	
5	5.1	Definições dos métodos de regulagens	<ul style="list-style-type: none"> > Análises das condições: claras, como são garantidas 	
	5.2	Eliminação das regulagens	<ul style="list-style-type: none"> > Poka Yoke > Pré-regulagens 	<ul style="list-style-type: none"> > Regulagens digitais
	5.3	Atualização padrão e treinamento	<ul style="list-style-type: none"> > Registro vídeo 	

Figura 2: Roteiro de redução de tempo e metragem. Fonte: EFESO CONSULENZA - 1999

2. Fundamentação Teórica

2.1. Definições do *SETUP*

O *SETUP* é a sequencia de atividades necessárias para preparação de um equipamento ou posto de trabalho para iniciar a processamento de produtos recebidos do posto de trabalho anterior. O tempo de *SETUP* é o intervalo de tempo que ocorre entre a última produção de boa qualidade (peça, embalagem, etc) do lote anterior e a primeira produção de boa qualidade do lote seguinte, ou seja, é o período de inatividade da

linha produtiva durante o qual o equipamento é preparado para a produção subsequente, de acordo com a Efeso Consulenza (1999).

Pode-se afirmar que as operações de *SETUP* compreendem uma sequencia de passos divididos em três fases (SHINGO, 2000): montagem e remoção de ferramentas ou componentes; medições, posicionamentos e calibrações e; corridas de testes e ajuste.

Na prática, em um *SETUP* ocorrem as seguintes características vistas nos gráficos da Figura 3, onde neste caso a ordenada “Y” corresponde a velocidade da máquina em metros

por minuto e a abscissa “X” corresponde ao tempo em minutos. Observa-se um decréscimo da “velocidade de cruzeiro” ou velocidade mecânica da máquina até que pare de movimentar, retirada de equipamentos, ferramental, moldes usados na produção anterior, montagem dos utensílios, novas ferramentas, provas de qualidade com seus devidos ajustes e, finalmente, o retorno a sua velocidade normal de produção.

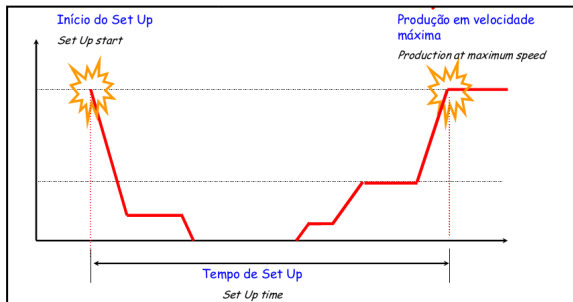


Figura 3: Modelo ideal *SETUP*.

Fonte: EFESO CONSULENCIA – 1999

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, há uma dependência de experiência operacional e há padrões informais e técnicas diferenciadas adotadas entre equipes de turnos diferentes que contribuem com essa variação no tempo.

Por não existir uma gestão adequada destas atividades e não haver uma distribuição clara das atividades para cada operador, muitas atividades realizadas com a linha de produção parada não são relacionadas ao *SETUP* interno e, com o objetivo de restabelecer o processo no menor tempo possível, isto é altamente prejudicial e reflete negativamente nos KPI's.

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 normas ISO (*International Organization for Standardization*). Em seguida serão abordadas as principais fases de implantação da metodologia de redução no tempo e metragem de *SETUP*.

2.2 Fases compreendidas pelo *SETUP*

As fases que compreendem a evolução do indicador de tempo do *SETUP* são:

- Monitoramento de tempo de *SETUP*
- Ponto de partida e objetivo
- Interno / externo
- Definição de padrão e treinamento

Como ponto de partida é feita a seleção e a situação atual, conforme mostrado na Figura 4. 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, conforme visto na Figura 5.

Finalmente para melhorar ainda mais este indicador faz-se o uso de ferramentas de análise como 5 PORQUES e ECRS, identificando melhorias nas microatividades para chegar a um patamar de perdas tecnológicas conforme visto na Figura 6.

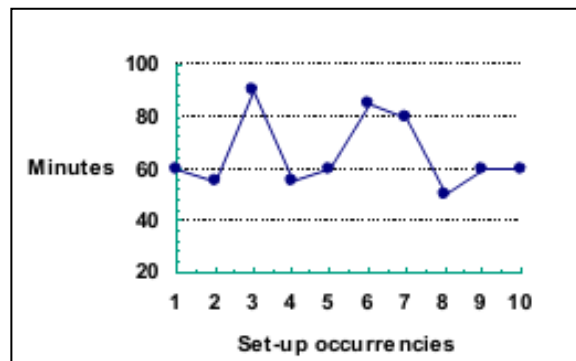


Figura 4: Situação atual

Fonte: EFESO CONSULENCIA (1999)

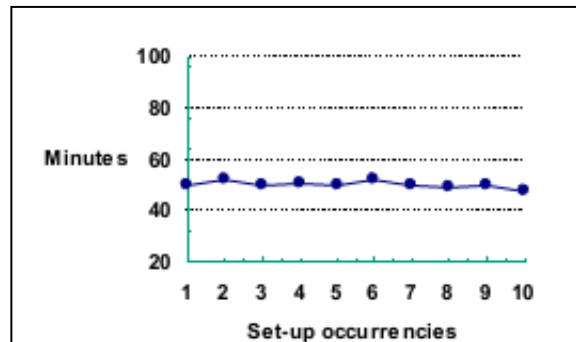


Figura 5: Eliminação da variabilidade

Fonte: EFESO CONSULENCIA (1999)

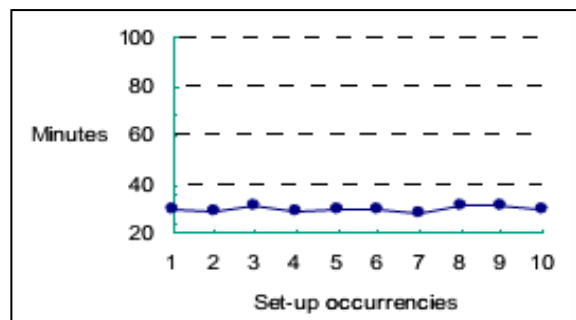


Figura 6: Melhorias.

Fonte: EFESO CONSULENCIA (1999)

2.3 Definições do SMED

SMED (*Single minute Exchange of Die*) ou Troca Rápida de Ferramental (TRF) foi uma linha de raciocínio elaborada inicialmente por Taiichi Ohno e, mais tarde, padronizada e metodologicamente consolidada por Shigeo Shingo. É empregada na indústria para reduzir o tempo do processo de *SETUP* (preparação de máquinas, equipamentos e linhas de produção).

Isto é conseguido através da otimização do processo de reconfiguração das ferramentas e dispositivos de fixação de materiais (SHINGO, 1985). No caso do estudo em questão, significa realizar a troca do ferramental do grupo impressor

como bandejas de contenção, caçapas de tintas, câmaras de tinta e calha e disponibilizar a linha de produção ou máquina para início do próximo lote com qualidade e em um tempo abaixo de nove minutos e cinquenta e nove segundos.

À medida que se pratica esta técnica o tempo desta atividade tende a se reduzir gradativamente com sugestões dos operadores ou grupos de trabalhos. Pode-se identificar as fases de melhoria que se iniciam com a classificação e a separação das atividades de *SETUP* em internas e externas, converte-se a maior quantidade possível de atividades internas em externas e, finalmente, racionaliza-se todas as operações de *SETUP*, como observado na Figura 7.

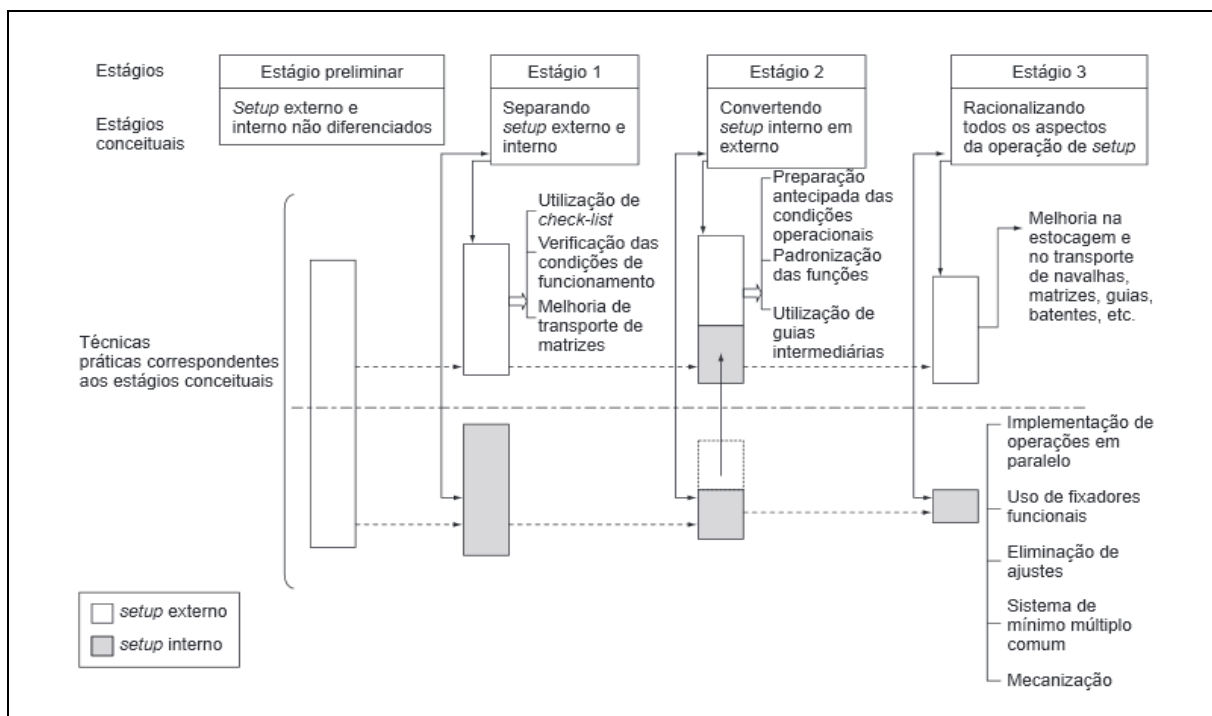


Figura 7: Conceitos do SMED.

Fonte: SHIGEO SHINGO – 2000

SMED é uma ferramenta que define todo o processo de troca de produto/material (*SETUP*), e serve para identificar atividades que comprometem o sistema. São estas as suas etapas:

- Reúna pessoas que tem conhecimento dos processos envolvidos;
- Faça o vídeo (filmagem) da atividade;
- Descreva todas as atividades;
- Verifique o deslocamento de cada pessoa envolvida;
- Identifique quais atividades tem valor agregado e quais não tem;
- Identifique quais atividades são efetuadas antes/durante e depois do período de *SETUP*;
- Identifique as atividades críticas;
- Estabeleça padrões.

Aplicações no Brasil confirmaram o SMED como referência conceitual quando se trata da redução do tempo em *SETUP*. Silva e Duran (1998) apresentam um estudo de caso da redução dos tempos de preparação em tornos CNC de uma fábrica de freios, utilizando como princípio alguns dos estágios conceituais do SMED.

Calarge e Calado (2003) fazem uso da metodologia SMED em uma linha de conformação de tubos e chapas em um fabricante de eletrodomésticos. Costa et al. (2004) desenvolvem aplicação do SMED em máquinas CNC com estudo de retorno sobre o investimento em projeto de redução de tempo de preparação, que envolveu a aquisição de dispositivos que agilizavam a troca de ferramentas.

Shibuya e Oliveira (2010) também abordam a ferramenta SMED na aplicação para a redução dos tempos de preparação de máquinas antes do início do ciclo de produção. O estudo de caso é realizado em uma empresa que utiliza o processo de extrusão de plásticos ABS (Acrilonitrila, Butadieno, Estireno), cujo produto final é fornecido como matéria prima às empresas que fabricam peças injetadas.

Os resultados da aplicação dos conceitos da metodologia SMED mostram a redução de desperdício de tempo, os ganhos de produtividade na fabricação e os benefícios obtidos com o comprometimento dos funcionários.

2.4 Conceitos e ferramentas de análise 5'S

A metodologia dos 5S's é a única que não tem como objetivo primordial a eliminação ou redução de algum tipo de perda. Sua finalidade é garantir a ordem e a limpeza do equipamento ou ambiente que está sendo utilizado (Figuras 8 e 9) e também promover o aculturamento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais a elevada produtividade, (FALCONI, 2004).



Figura 8: Shadow Board 5S
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)



Figura 9: Organização 5S
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

A importância da ferramenta também é comentada por Muniz *et al.* (2015), que elucidam conceitos referentes ao programa japonês 5S como uma ferramenta sistemática e integrada aos aspectos estruturais à melhorias no âmbito organizacional.

2.5 Filmagem

Quando há necessidade de se fazer uma análise detalhada de um processo, a filmagem das atividades é uma ferramenta essencial para quem pretende melhorar um processo. Através do vídeo, detalham-se passo a passo todas as atividades envolvidas, identificando atividades macros e micros, início e fim, de valor agregado e de não valor agregado. Seguem algumas recomendações para grupos que necessitam realizar filmagens:

- Reservar uma câmera para filmagem de cada operador separadamente;
- Comunicar a equipe para que atuem de forma normal;
- Filmar mais de um SETUP preferencialmente em turnos diferenciados;
- Preparar o material antes da filmagem;
- Verificar a bateria das câmeras;
- Posicionar-se de forma a captar totalmente as atividades;
- Não atrapalhar o trabalho dos operadores.

2.6 Diagrama Homem-Máquina

Método para demonstrar a relação entre as atividades do homem e da máquina de forma simultânea e identificação de oportunidades de melhorias pela visualização de interferências, geralmente usado no início de um trabalho para conhecer o ciclo produtivo de um determinado processo e também para realização de treinamentos após definição do padrão.

2.7 Travel Chart

Instrumento gráfico que relata sobre um modelo de mapa todos os lugares de trabalho e os percursos seguidos pelo funcionário, enquanto este segue com as atividades. Serve para dar uma visão imediata dos desperdícios nos percursos, ou seja, para representar os pontos onde se verificam cruzamentos de fluxos ou uma disposição não racional das máquinas ou instrumentos. Com uma planta do local de trabalho, deve-se demonstrar através de linhas o percurso feito por cada operador envolvido no processo.

2.8 Brainstorming / Causa e efeito

Técnica utilizada em um grupo de pessoas para tratar de um determinado assunto e quando não sabemos exatamente as causas deste evento ou da anomalia a ser tratado. Para dar liberdade de ideias e sugestões distribuem-se *Post-it* (papel para anotações) onde cada indivíduo escreve uma causa para o problema. O líder da reunião fica responsável por escrever ou colar as causas em um *flip-chart* e os coloca na parede da sala de reuniões.

Após a coleta das causas, deve-se procurar simplificá-las unindo causas similares e descartando as sem importância. Para cada causa discute-se com o grupo uma ou mais contramedidas, dispõem-se de sob a forma de 5W2H (lista de verificação), e assim forma-se um plano de ação (FALCONI, 2004).

Quando a causa real do problema não é conhecida utiliza-se o Diagrama Espinha de Peixe ou Diagrama de ISHIKAWA, para dispor e organizar o relacionamento entre as causas e o efeito (AGUIAR, 2006).

2.9 Plano de ação

Segundo Aguiar (2006), esta ferramenta fornece um cronograma de planejamento da execução, monitoramento de trabalhos ou projetos e estabelece um cronograma de planejamento de implementação de medidas a serem executadas. Utiliza-se:

- *Poka Yoke*: dispositivo à prova de erros (*Fool-Proof*), pode ser mecânico ou eletrônico utilizado para impedir as consequências do erro humano. (FALCONI, 2004);
- ECRS: da abreviação do início das palavras, Eliminar, Combinar, Racionalizar e Simplificar é uma técnica para reduzir atividades de forma que não haja perdas de tempo.

2.10 Processo de Impressão

O processo de impressão que se aplicou neste trabalho é conhecido como flexografia, e 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 do processo são realizadas a vincagem da embalagem (dobras que resultarão no formato

final da embalagem após o envase), e sistema de abertura da embalagem.

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

Essencialmente 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 (SCARPETA, 2007). Exemplo de uma máquina de impressão flexográfica pode ser visto na Figura 10.

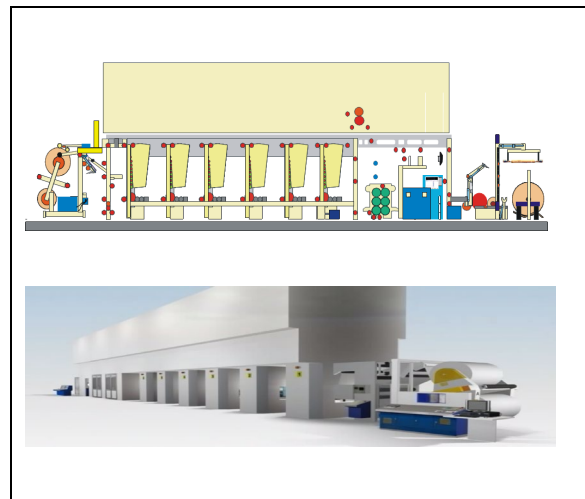


Figura 10: Impressoras flexográficas Tresu VTVFlex e VTVFlex em 3D Fonte: Estudo de Caso (2013)

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). Somente a área de imagem (Figura 11) em alto relevo, entra em contato com o substrato, sendo eles: cilindros de impressão e Porta-Clichê, cilindro Anilox, lâmina dosadora e de contenção, entrada/saída de tinta, e alvéolos do anilox.

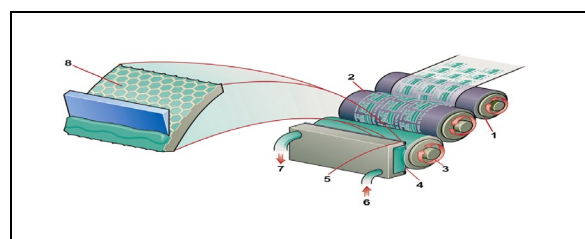


Figura 11: Grupo impressor da unidade de impressão. Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

2.11 Perdas

Perda é um consumo de recursos que não agrega valor ao produto ou ao cliente, ocasiona perda de 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 desperdício (SHINGO, 1985). Nas indústrias existem perdas que são inerentes ao processo produtivo e inversamente proporcionais a sua eficiência.

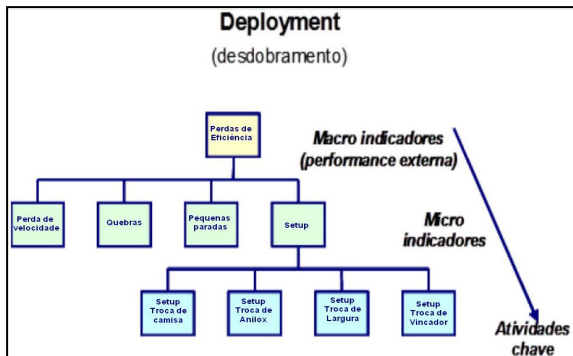


Figura 12: Modelo de Deployment (Desdobramento).
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

É fundamental que as atividades do processo produtivo que não agregam valor ao produto sejam sistematicamente reduzidas e as perdas eliminadas (BORNIA, 1995). As perdas grandes (macros) devem ser atacadas através de perdas menores (micro) que são reveladas através de um "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, onde devem ser focalizadas as ações corretivas (Figura 12).

3. Desenvolvimento da pesquisa

Este trabalho foi realizado seguindo os preceitos do TPM em reduzir custos de produção através das perdas e aumentar a produtividade de cada etapa do processo da fábrica. Por intermédio de um planejamento estratégico em que é feito um levantamento de todas as perdas do ano anterior, definiu-se as frentes de trabalho que seriam desenvolvidas no ano corrente.

Step	Description	Tasks
Step 1	Analysis of setup changeover work	(1) Work method and procedure (2) Time (3) Adjustment method and contents (4) Effectiveness of each work (5) ABC analysis
Step 2	Setting of benchmark and target	
Step 3	Investigation of preparatory items	(1) Type and quantity of necessary parts (2) What are the necessary jigs and tools? (3) What is the repair status of jigs and dies? (4) What about needed work platforms? (5) Storage location for removed jigs and dies (6) Elimination of "searching" (7) Thorough implementation of 5S (order, arrangement, cleaning, standardizing and discipline)
Step 4	Division of internal setup and external setup	(1) Work name of external setup and the relevant procedure (2) Investigation of effectiveness of work (3) Investigation of effectiveness of work method (4) Reevaluation of work procedure (5) Reevaluation of division of work
Step 5	Switching from internal setup to external setup	(1) Creation of presets (2) Sharing jigs and creation of one-touch setups (3) Elimination of adjustment (transfer to external setup) (4) Adoption of intermediate jigs
Step 6	Reduction of internal setup time	(1) Investigate methods to make setup items permanently affixed (2) Implementation of parallel work (3) Reevaluation of optimal number of personnel, and investigation of division of work
Step 7	Elimination of adjustments	(1) Clarification of purpose of adjustment (2) Investigation of cause of adjustment (3) Analysis of effectiveness of adjustment (4) Implementation of one-shot setup with acceptable quality
Step 8	Dealing with unavoidable adjustment	(1) Quantification (2) Proceduralization (3) Improvement of skills
Step 9	Standardization of setup changeover work	
Step 10	Operator education and training	

Figura 13: Roteiro. Fonte: Dados primários da pesquisa

O *SETUP* é uma parte do processo de fabricação que deve ser trabalhado sistematicamente ano após ano e com isso alcançar seu nível ideal, ou seja, atingir a perda tecnológica de material em poucos minutos para executá-lo.

Neste caso, abaixo de 10 minutos. O passo a passo desenvolvido neste estudo apresenta-se na Figura 13, retirado do manual do TPM (JIPM, 2000).

3.1 Abertura do grupo tarefa

Na empresa em questão, os grupos-tarefas iniciam suas atividades com uma reunião dos integrantes do grupo juntamente com a comissão do WCM da fábrica composta pelo gerente de WCM e um PKE (*Process Kaizen Engineering*), engenheiro especialista nas metodologias do TPM.

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, definiu-se o cronograma de auditorias de acompanhamento da evolução das atividades prazo para encerramento e, finalmente, definiu-se um líder para o grupo.

3.2 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 (Gráfico 1) e eficiência do processo de impressão conforme visto no Gráfico 2.

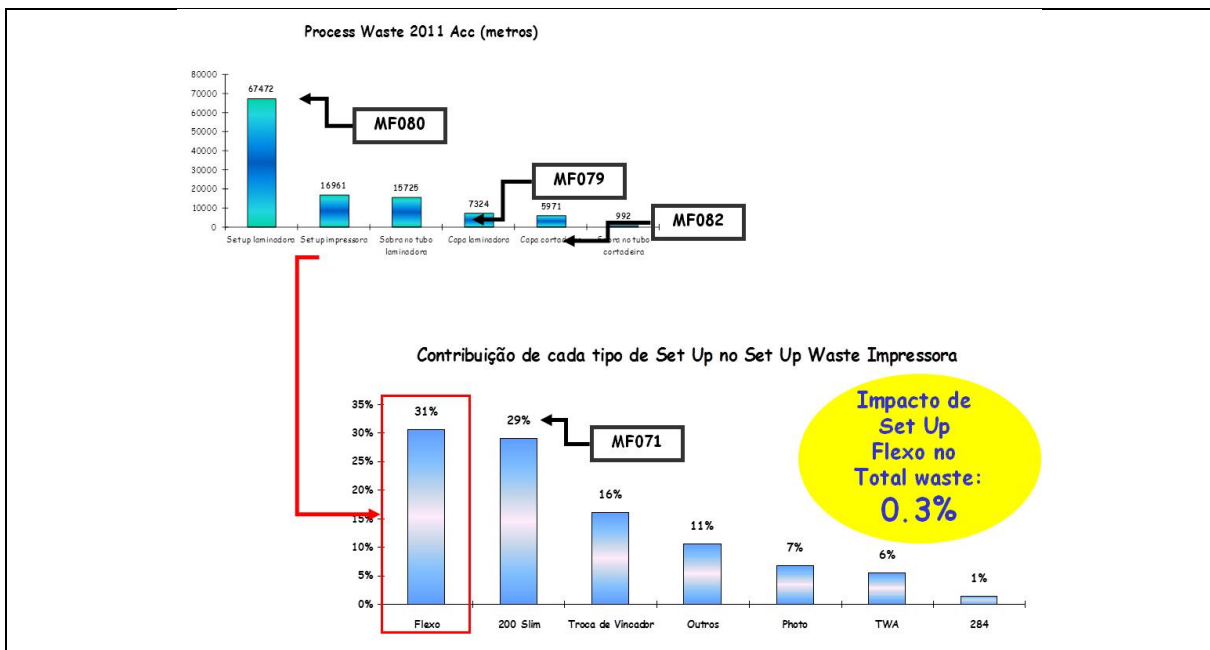


Gráfico 1: Monitoramento das perdas processo de impressão. Fonte: Estudo de Caso (2013).

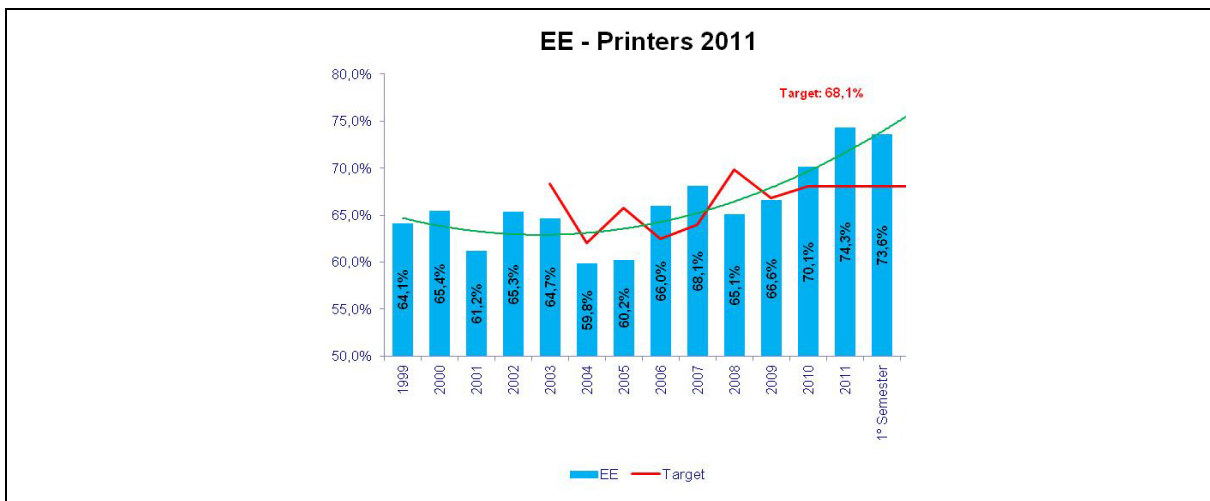


Gráfico 2: Monitoramento da eficiência processo de impressão. Fonte: Estudo de Caso (2013).

Criou-se o primeiro nível de desdobramento de eficiência, em que se identificou o *SETUP* mais significativo, conforme Gráfico 3.

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 447 horas em um intervalo de seis meses. Este foi o *SETUP* escolhido como foco do grupo, como mostra o Gráfico 4.

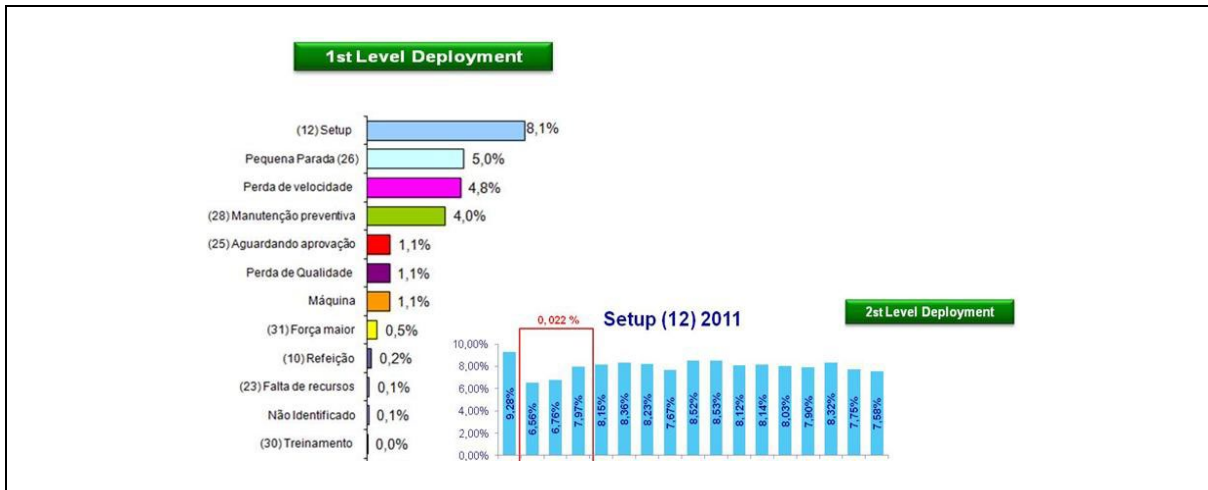


Gráfico 3: Desdobramento primeiro e segundo nível – % de impacto no EE. Fonte: Estudo de Caso (2013).

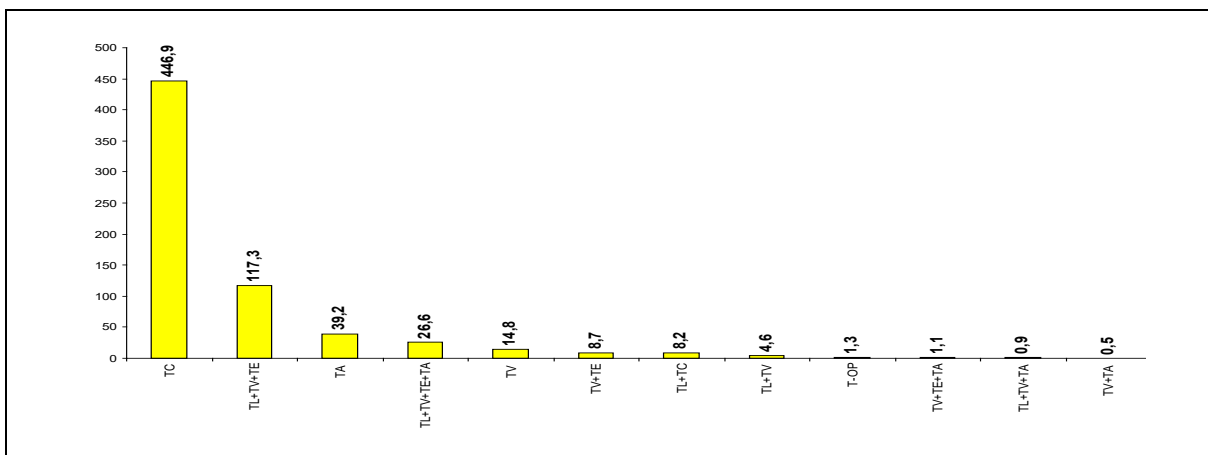


Gráfico 4: Impacto de horas acumuladas pelos Tipos de SETUP. Fonte: Estudo de Caso (2013).

3.3 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, defeito, quebras e que impactem negativamente no resultado dos trabalhos do grupo.

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

3.4 Identificação do padrão atual

Com os dados obtidos pelo desdobramento, coletou-se de informações relacionadas ao padrão atual, como documentações e listas de verificação chamadas de *checklists*.

Como ponto de partida, os integrantes do grupo escolheram monitorar as atividades dos operadores de máquina com o menor de tempo na troca de camisas de foto polímero e menores perdas de metragem de papel para em uma nova produção de embalagens, como referência para criar o padrão provisório de *SETUP*.

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 composta por quatro operadores em cada por turno.

Para que fosse possível conhecer as atividades em detalhes, 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, forma de 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.

Analisando-se o primeiro vídeo identificaram-se alguns pontos falhos a serem melhorados, tais como:

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

Como podem ser visualizadas na Figura 14, 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.

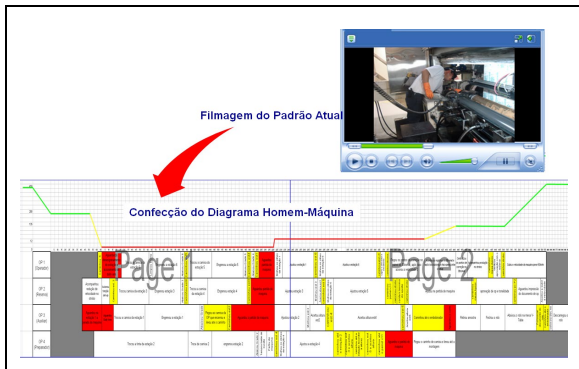


Figura 14: Diagrama homem-máquina. Fonte: Estudo de Caso (2013).

3.5 Reorganização e re-balanceamento

O vídeo auxiliou na criação do diagrama de caminhada (*Travel-Chart*) para que fosse possível visualizar o cenário do deslocamento de cada operador separadamente Figura 15.

Com essa ferramenta de análise evidenciou-se a desorganização e saturação de alguns operadores, como mostra a Figura 16.

Houve alta incidência de retorno a locais anteriormente percorridos, evidenciou-se as atividades e caminhadas sem valor agregado descritas na planilha de macro atividades.



Figura 15: Desenvolvimento do *Travel Chart*. Fonte: Estudo de Caso (2013).

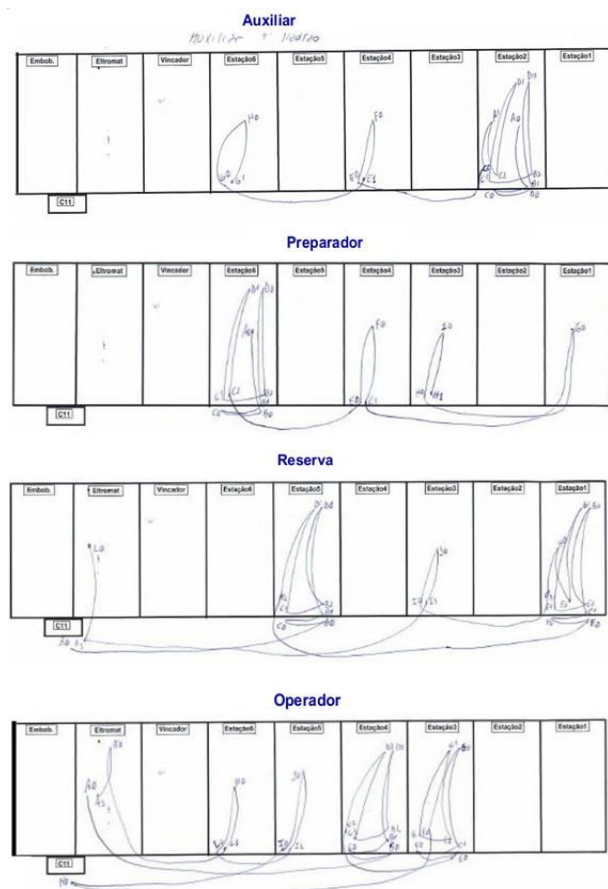


Figura 16: *Travel Chart* dos operadores – Antes. Fonte: Estudo de Caso (2013).

3.6 Diagrama de caminhada – depois

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

Nota-se o quanto a caminhada do auxiliar reduziu, como mostra a Figura 17, e a redistribuição e externalização de atividades teve importante impacto na redução do tempo total do *SETUP*.

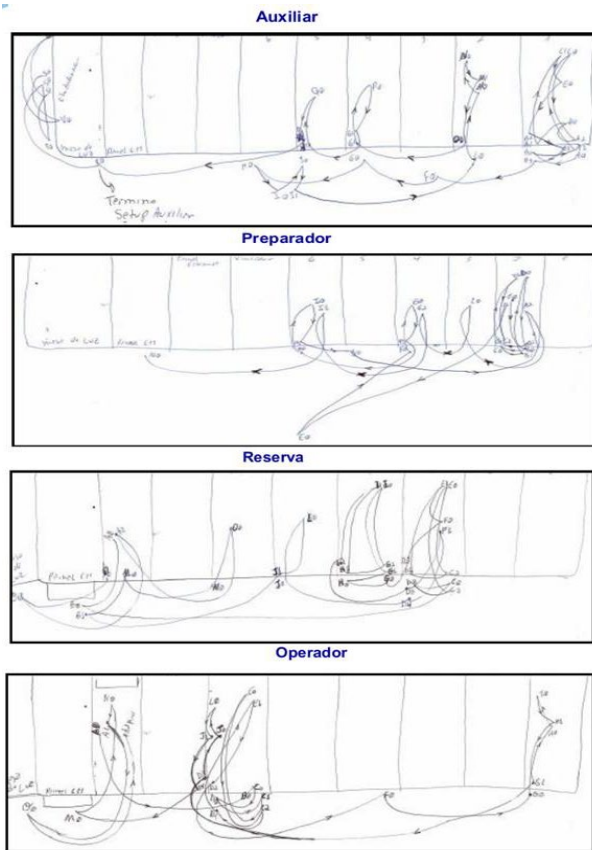


Figura 17: Travel Chart dos operadores – Depois
Fonte: Estudo de Caso (2013).

3.7 Classificação de setup interno e externo

Utilizou-se uma planilha padrão para controle de atividades e com as gravações, em que foram transferidas todas as ações realizadas de cada operador do início ao fim de cada gravação. Na figura 18, a primeira coluna corresponde à ordem de acontecimentos das atividades, a segunda descreve-se o evento, na terceira insere-se o tempo cronometrado para esta atividade. A quarta e quinta colunas são essenciais para atingir o SMED e são classificadas as atividades como externas ou internas, item crucial para a redução do tempo de *SETUP*, visto anteriormente.

Da sexta coluna a 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.

Nº	Descrição da Operação	Tempo	AI	AE	Aguardar	Deslocamento	Inspeção	Organização	Ajuste	Troca posição	Comunicação	Relatório	IVA	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 câmera da estação 6	00:34	X					X						X
5	Verificou se havia bosta 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 até a estação 5	00:03	X			X							X	
9	Trocou a câmera 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					X					X	
12	Caminhou até estação 4	00:02	X			X							X	
13	Abaixou a grade da estação 4	00:01	X					X					X	
14	Caminhou até a estação 1	00:00	X			X							X	
15	Aguardou a partida da máquina	00:40	X		X								X	
16	Molhou os cilindros da estação 1	00:09	X						X				X	
17	Ajustou a estação 1	00:27	X						X					X
18	Caminhou até a estação 6	00:07	X			X							X	
19	Molhou os cilindros da estação 6	00:09	X						X				X	
20	Ajustou a estação 6	00:54	X						X					X
21	caminhou painel c11	00:04	X			X							X	
22	Ligou o viscador e secadores	00:02	X						X					X
23	Caminhou até o painel Ethernet	00:04	X			X							X	
24	Prepou os pontos de correção no painel do Ethernet	00:08	X						X					X
25	Acionou velocidade 2 para partir a máquina	00:01	X						X					X
26	Acertou os registros no Ethernet	00:39	X						X					X
27	Acionou a feca para finalizar set-up	00:01	X						X					X
28	Centralizou os pontos de correção no Ethernet	00:15	X						X					X
29	Acompanhou produção no strobo	00:25	X				X							X
30	Caminhou até a mesa de luz	00:04	X			X							X	
31	Verificou como estava a aprovação com o reserva	00:10	X								X		X	
32	Caminhou até o strobo	00:04	X			X							X	
33	Subiu a velocidade da máquina para 450mm	00:43	X				X						X	
34	Tempo total	09:43												
35														

Figura 18: Estudo das macro atividades. Fonte: Estudo de Caso (2013).

3.8 Análise técnica

Ao avançar com os estudos de ECRS para detectar possíveis mudanças de atividades

internas (AI) para atividades externas (AE), identificou-se a oportunidade de externalização da etapa de corte da emenda representada pela seta amarela e aprovação da produção,

representada no quadrado verde conforme Figura 19. Antes da alteração as sequências das atividades do SETUP eram:

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

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 representada pela seta amarela da Figura 20.

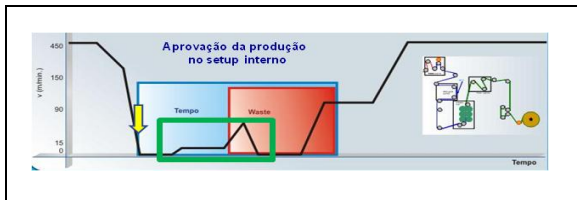


Figura 19: Aprovação no SETUP interno.
Fontes: Estudo de Caso (2013).

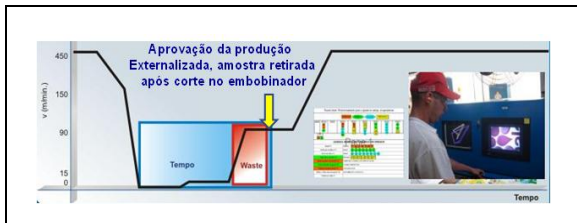


Figura 20: Aprovação externalizada.
Fontes: Estudo de Caso (2013).

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

3.9 Reorganização das atividades

Com a planilha de macro atividade 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-los próximo do local utilizado, o que facilitou a troca rápida dos equipamentos e eliminou a procura por materiais, impacto direto na redução do tempo total das atividades internas de *SETUP*.

3.10 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 (Figura 21) para realizar o treinamento da equipe de operadores. Criou-se também um novo diagrama homem-máquina (Figura 22) 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.

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.

Instrução de Trabalho		Tema (atividade): <u>Set up</u> troca de camisa com duas trocas de tintas e duas trocas de Doctor Blade		1		
Operacional		Processo: Impressão	Sistema:			
Fábrica: TPPG N° Rev: IT-549-0		Linha: Impressora 11	Sub-sist:			
		Máquina:	Componente:			
		Perda:	Aprovação:	Vencimento:		
Elaborador: Eduardo Pereira Silva, Ricardo Silva			Aprovador:			
Definições: Descrição última alteração:						
1- Aplicação: Padronizar setup de troca de camisa.						
2- EPI's/EPC's: Boné, Tênis com biqueira, uniforme padrão, luva de latex, luva pimentada, óculos de segurança e protetor auricular.						
3- Materiais/ Ferramentas utilizados: Pescadores, câmaras Doctor Blade, carrinho transportador e faca plástica.						
4- Detalhamento – Padronizar setup de troca de camisa com mesmo volume e mesmo tipo de impressão.						
TAREFAS	EPI's/EPC's/ MATERIAIS/ FERRAMENTAS	QUEM	QUANDO	COMO	PARÂMETRO/ ESPECIFICAÇÃO/ REGISTROS/ PADRÃO VISUAL	RECOMEN. TRATAM. Meio Ambiente Segurança Qualidade
1- Verificar informações da próxima OP	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de app.	Operador Preparador e auxiliar	Setup Externo	Verificar no P2 e na documentação da próxima OP preparada, informações sobre tinta, papel, piloto/pph.		Contorno IT(538)
2 - Verificar informações referentes ao tipo do setup a ser executado;	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de app.	Todos	Antes do último rolo	Cada operador deve verificar sua atividade dentro do setup conforme distribuição do Travel Chart em cada tipo de setup		Qpj 3966; Qpj 3971; Qpj 3972; Qpj 3973; Qpj 3974.
3 – Reduzir a velocidade para parada da máquina	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de app.	Operador e Reserva	Último rolo	Baixar a velocidade à 290m/min para emenda parar na saída do PBII. Toda redução o reserva deve estar no strobo acompanhando a qualidade		

Figura 21: Padrão provisório. Fonte: Estudo de Caso (2013).

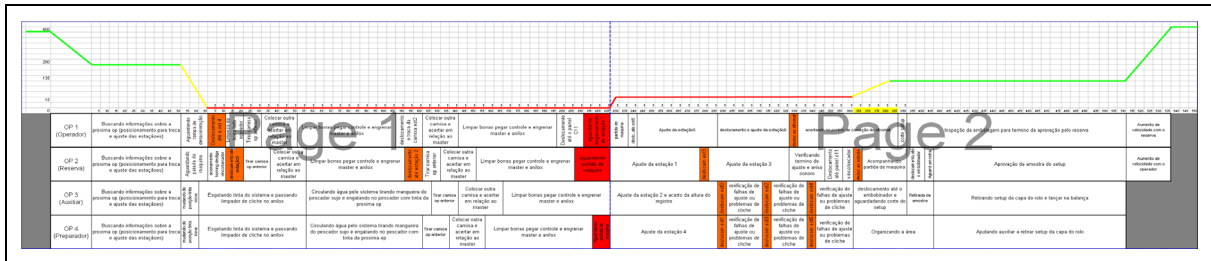


Figura 22: Diagrama homem-máquina do padrão provisório. Fonte: Estudo de Caso (2013).

ANÁLISE DE ANOMALIAS - Fábrica de Ponta Grossa			
Problema	Local	Descrição	Impacto
Problema: Líquido - Máquina - Sistema - Soluções em Equipamento - Componentes	Problema Médio de Fábri - Grande - Perda	Maneiras de Análise:	
<p>1. Descrição do Problema:</p> <p>1.1. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.2. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.3. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.4. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.5. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.6. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.7. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.8. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.9. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>1.10. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p>			
<p>2. Descrição do Problema:</p> <p>2.1. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.2. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.3. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.4. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.5. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.6. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.7. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.8. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.9. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>2.10. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p>			
<p>3. Descrição do Problema:</p> <p>3.1. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.2. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.3. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.4. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.5. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.6. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.7. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.8. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.9. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>3.10. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p>			
<p>4. Descrição do Problema:</p> <p>4.1. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.2. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.3. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.4. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.5. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.6. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.7. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.8. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.9. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>4.10. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p>			
<p>5. Descrição do Problema:</p> <p>5.1. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.2. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.3. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.4. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.5. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.6. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.7. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.8. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.9. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p> <p>5.10. Descrição do Problema: O problema é a perda de líquido da máquina durante a operação. Isso ocorre devido a uma falha no sistema de distribuição de líquido.</p>			

Figura 23: Folha de análise de anomalia. Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

3.11 Introdução de um sistema para registro 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 do 5W2H. As respostas destas perguntas nos levam a compreender melhor como a anomalia ocorreu durante a parada e partida da máquina. Ao lado deste formulário existe um espaço para desenho, facilitando o entendimento.

Longo abaixo, os campos do ISHIKAWA e dos 5 Porquês são preenchidos pelo operador juntamente com um analista de processo para identificação das causas fundamentais da anomalia, conforme visto modelo exemplificado na Figura 23.

3.12 Análise e eliminação de anomalias

À medida que ocorriam os *SETUPS* com anomalia, coletaram-se as informações e criou-se um desdobramento destas anomalias de maior ocorrência (Gráfico 5). Com ele foi possível fazer 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, conforme a Figura 24.

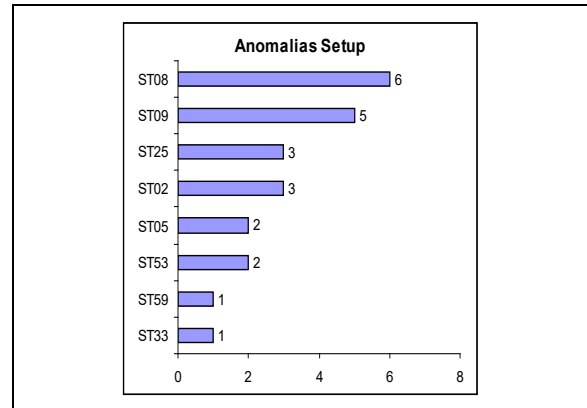


Gráfico 5: Desdobramento das perdas no SETUP. Fonte: Estudo de Caso (2013).

PLANO DE AÇÕES					
#	DATA	AÇÃO	PRAZO	Responsável	STATUS
1	08/10/2011	Criar planta Ploter para enxerto nos filmes antigos	14/12/2011	Samarion	Finalizada
2	08/10/2011	Ajustar sistema Eltromat e quadrantes da maquina	14/12/2011	Edson	Finalizada
3	14/10/2011	Alinhar posição inicial do caracol entre Microflex e Famm	14/12/2011	Carlos	Finalizada
4	14/10/2011	Fazer alinhamento do apalpador da Famm	14/12/2011	Smarion	Finalizada
5	14/10/2011	Resolver desalinhamento de papel na VTV11 em paradas de máquina	14/12/2011	Dick	Finalizada
6	14/10/2011	Restaurar condições de base do botão de ultimo rolo	14/12/2011	Dick	Finalizada
7	14/10/2011	Criar padrão visual na tela do Eltromat para posicionamento idela dos pontos de correção	14/12/2011	Eduardo	Finalizada
8	14/10/2011	Mudar posição da referencia das camisas para lado operador	14/12/2011	Ricardo	Finalizada
9	14/10/2011	Instalar função de acionamento do setup na cabine do operador	14/12/2011	Josemar	Finalizada
10	14/10/2011	Padronizar o tempo de homming das estações	14/12/2011	Dick	Finalizada
11	14/10/2011	Comprar carrino extra para troca das camaras de tinta	14/12/2011	Eduardo	Finalizada
12	14/10/2011	Fazer expansão horizontal das calhas da VTV12 para VTV11	14/12/2011	Eduardo	Finalizada
13	14/10/2011	Gravar ponto zero nos cilindros porta cliche	14/12/2011	Sandro	Finalizada

Figura 24: Plano de ações. Fonte: Estudo de Caso (2013)


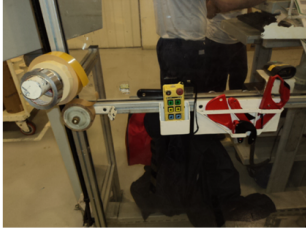
Lição de um Ponto		Tema: Suporte para ferramentas do Desbobinador VTV 12	
Melhoria		Processo: Impressão	Perda:
Fábrica: TPPG N°: OPL-M-49-0		Linha:	Sub-sist:
Elaborada por: Anderson Banisky		Máquina:	Componente:
		Sistema:	Aprovação: 26/08/2011
Aprovada por: Andre Leonardo Rowe Costa			
Descrição da última alteração:			
<p>A N T E S</p>  <p>Ferramentas ficavam desordenadas criando aspecto negativo no local.</p>	<p>D E P O I S</p>  <p>Criado suporte unico para todas as ferramentas utilizadas no local, deixando sempre o local organizado e dentro dos padrões de 5 S.</p>		
<p>Benefício Melhor mobilidade dos operadores e local esta sempre organizado mantendo área dentro dos padrões de 5 s.</p>			
<p>Especificação</p>		<p>Acessórios</p> <ul style="list-style-type: none"> *1- Confeccionado com material reciclado. *2- *3- *4- *5- *6- 	
<p>Fabricante Interno</p>		<p>Nome/N.º Desenho</p>	
<p>Modelo</p>			
<p>Impacto</p>			
<p>Outras Informações</p>			

Figura 25: Exemplo de lição de um ponto. Fonte: Estudo de Caso (2013)

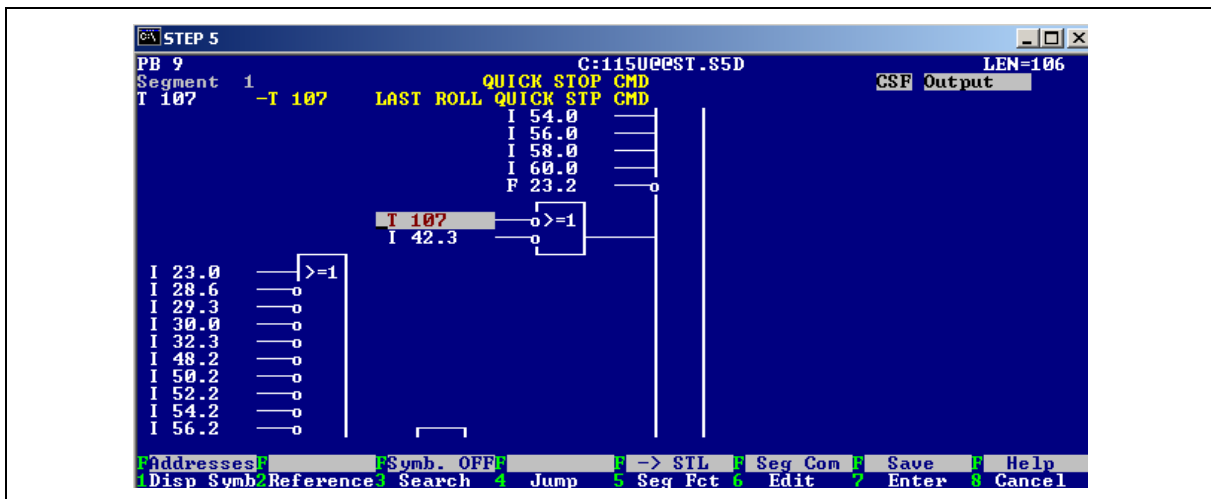


Figura 26: Melhoria no programa do PLC da máquina. Fonte: Estudo de Caso (2013)

As melhorias implementadas foram documentadas na biblioteca eletrônica da fábrica em formatos de lições de ponto de melhorias comparando antes/depois, conforme a Figura 25.

Foram desabilitadas algumas funções do PLC que anteriormente levavam a máquina entrar em parada rápida e perder a tensão (Figura 26).

Assim, evitou-se que o cilindro conectado ao codificador da máquina, que fornece referência para o contador de metragem, continue rodando e perca esta referência.

Como a máquina não entra em parada rápida, esta não é reiniciada e não perde suas referências, o que garante à faca do embobinador receber o sinal para realizar o corte assim que a emenda passa pela mesma.

3.13 Definição dos métodos e eliminação de regulagens

Para obter maiores ganhos, separaram-se as atividades em micro-atividades 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, conforme demonstra o diagrama homem-máquina da Figura 27.

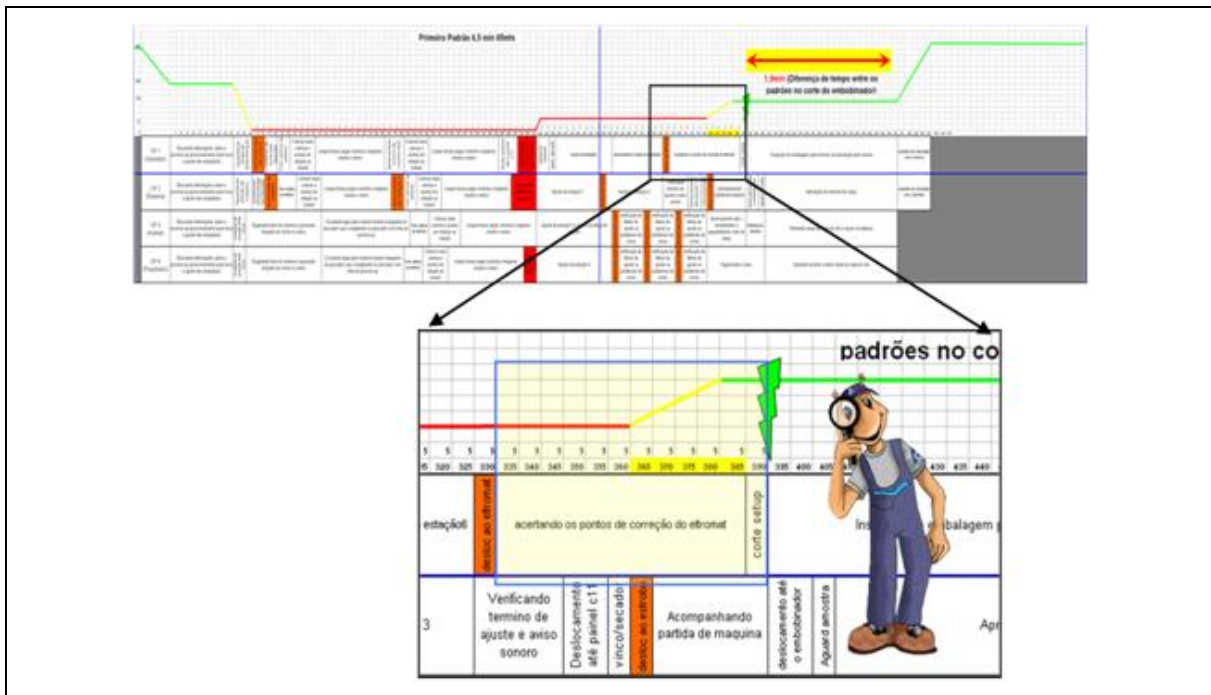


Figura 27: Análise de micro atividade do diagrama homem-máquina. Fonte: Estudo de Caso (2013)

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 a redução do tempo de ajuste e conseqüente 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 foto-polímeros 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 montagem, fato que reduziu as paradas por variação de registro na linha de impressão após o SETUP.

3.14 Atualização do padrão de treinamento

Finalmente, para alcançar uniformidade na execução das atividades, criaram-se os padrões definitivos de todas as rotinas relacionadas ao *SETUP* como instruções de trabalho, instruindo 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.

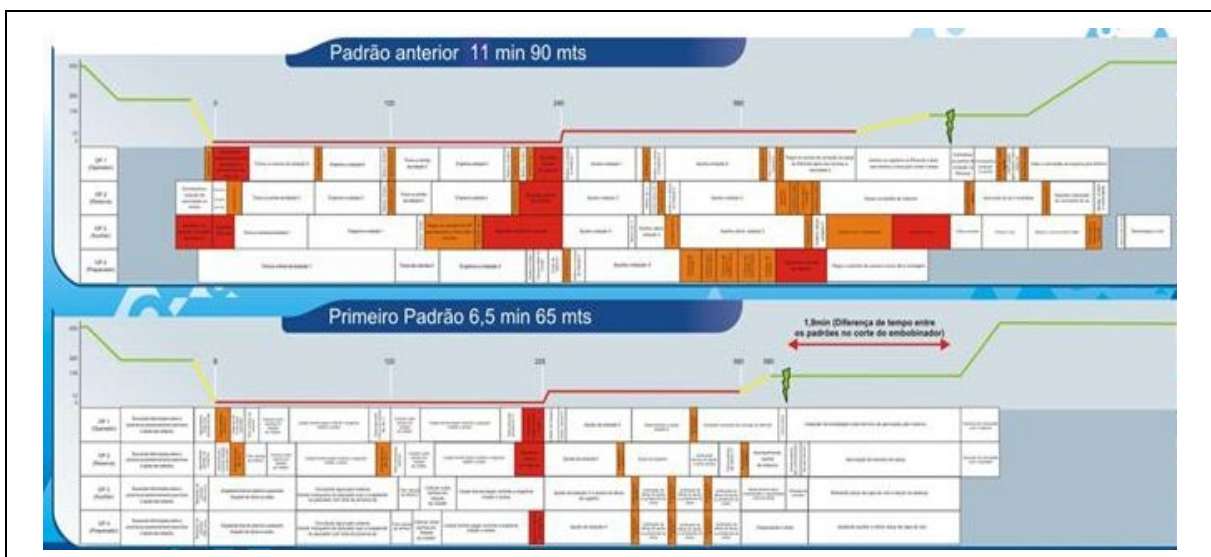


Figura 28: Comparação entre os diagramas homem-máquina antes e depois. Fonte: Estudo de Caso (2013)

A Figura 28 mostra a evolução entre os diagramas homem-máquina, antes e depois, destacando-se a eliminação de atividades NVA, com o tempo médio de 6,5 minutos. Grande parte dos deslocamentos, representados pela cor alaranjada, e tempos ociosos, representados pelas cores em vermelho, foram eliminados.

4. 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 micro atividades durante a partida da máquina, obtem-se a redução de 32% do material segregado necessário para produção da primeira embalagem com qualidade (Gráfico 6).

Já em relação ao tempo de preparação do equipamento para um novo lote, passou-se de um indicador de 11 minutos para 7 minutos, atendendo o objetivo principal do SMED que é obtenção de tempos de troca de ferramental abaixo de dois dígitos - neste caso, redução de 36% no tempo médio dos *SETUPS*.

O gráfico 7 ilustra a redução acentuada do tempo de SETUP no período de aplicação do estudo de caso.

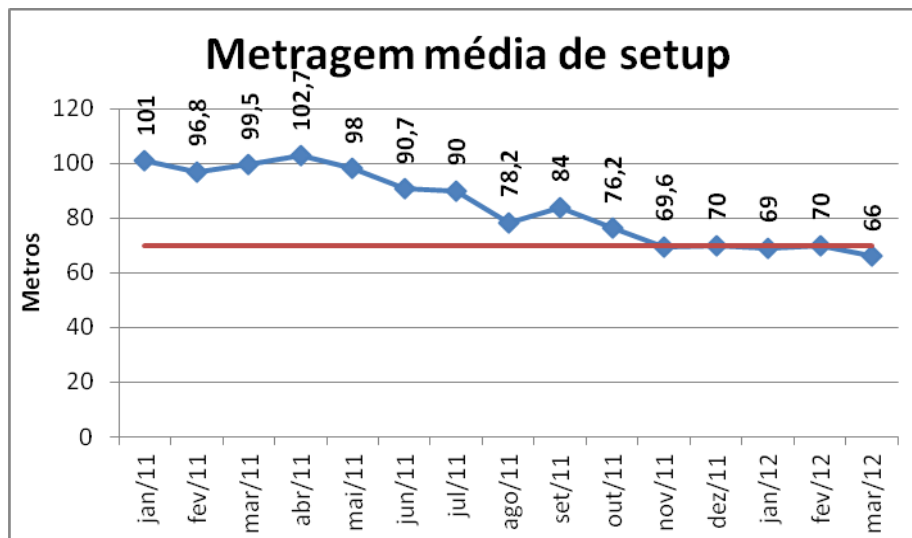


Gráfico 6: Evolução do indicador de desperdício de papel em metros.

Fonte: Estudo de Caso (2013)

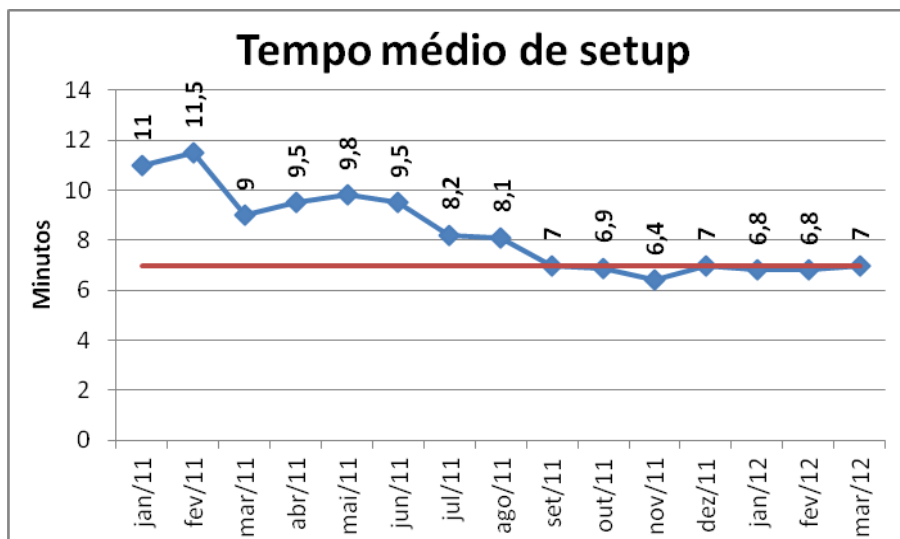


Gráfico 7: Evolução do indicador de tempo de SETUP em minutos.

Fonte: Estudo de Caso (2013)

5. Considerações Finais

O enfoque do estudo de caso baseou-se na questão operacional da metodologia SMED em uma empresa do ramo de embalagens do interior

do Paraná, 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 objetivo desafiador abaixo de dois dígitos de minuto. Utilizando uma metodologia para obter resultados através da 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 36% do tempo de troca de ferramental comparado ao início do trabalho do grupo.

Quanto à empresa, obteve-se retorno financeiro substancial, devido à redução no nível de desperdício da fábrica, com 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 a eliminação das atividades complexas, aumento da segurança do local de trabalho devido a utilização dos 5'S, treinamento adequado e troca de experiências para definição de um padrão único que atendeu as necessidades dos envolvidos.

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

6. Referências

- AGUIAR, S. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa seis Sigma**. NOVA LIMA: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2006.
- BORNIA, A. C. **Mensuração das perdas de um processo produtivo: uma abordagem metodológica de controle interno**. Tese (Doutorado de Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, PPGEP/UFSC, 1995.
- CALARGE, F. A.; CALADO, R. D. **A troca rápida de ferramentas em linha de tubos e chapas**. *Máquinas e Metais*, n. 447, p. 290-315, 2003.
- COSTA, A.; ZEILMANN, R. P.; SCHIO, S. M. **Análise de Tempos de Preparação em Máquinas CNC. O Mundo da Usinagem**. n. 4, 2004.
- CONSULENZA, E. **Manual de Redução de SETUP**, SÃO PAULO, Efeso, 1999.
- FALCONI, V. **Controle da Qualidade Total**. RIO DE JANEIRO: Bloch Editores S.A, 1994.
- FALCONI, V. **Gerenciamento da rotina do trabalho do Dia-a-Dia**. NOVA LIMA: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2004.
- JIPM. **TPM, JAPAN**, *Japan Institute Plant Maintenance*, 1999.
- MUNIZ, J.; CALIXTRO, K.; TEIXEIRA, L.; OLIVEIRA, L.; HAIK, R.; SILVA, W.; MUNIZ, M. **O programa 5s numa perspectiva organizacional**. *Revista Ampla de Gestão Empresarial*, 2015.
- SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade: ferramentas essenciais**. 2 ed. Curitiba: IBEPEX, 2012.
- SILVA, I.; DURAN, O. **Reduzindo os tempos de preparação em máquinas em uma fábrica de autopeças**. *Máquinas e Metais*. SÃO PAULO, n. 385, p. 70-89, 1998.
- SHIBUYA, M.; OLIVEIRA, C. **A aplicação do SMED em processos de extrusão de plásticos ABS**. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010.
- SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramental**. PORTO ALEGRE: Editora Bookman, 2000.
- SHINGO, S. **A Revolution in Manufacturing: The Smed System**, *Productivity Press*, 1985.
- SCARPETA, E. **Flexografia, Manual Prático**. SÃO PAULO: Editora Bloco de Comunicação Ltda, 2007.