

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE ELETRÔNICA
CURSO DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL**

EDUARDO PEREIRA SILVA

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PONTA GROSSA

2014

EDUARDO PEREIRA SILVA

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

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito parcial à
obtenção do título de Tecnólogo em
Automação Industrial da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná - Campus
Ponta Grossa.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Branco

PONTA GROSSA

2014



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa

DIRGRAD
Departamento de Eletrônica
Tecnologia em Automação Industrial



TERMO DE APROVAÇÃO

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

por

EDUARDO PEREIRA SILVA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 27 de Fevereiro de 2014 como requisito parcial para a obtenção do título de Tecnólogo em Tecnologia em Automação Industrial. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Professor Fabio Jose Ceron Branco
Prof. Orientador

Professor Nelson Ari Canabarro de Oliveira
Membro titular

Professora Louisi Francis Moura
Membro titular

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso –

AGRADECIMENTOS

O primeiro agradecimento tem de ser feito a Deus por ter me dado garra e saúde no decorrer de minha graduação e pela concretização e alcance deste objetivo.

A empresa onde trabalho a qual me proporcionou o conhecimento necessário e todas as condições para que o estudo em causa alcançasse os objetivos pretendidos como vivência prática e teoria necessária para o entendimento e aplicação de meu estudo de caso.

Em seguida, o meu agradecimento dirige-se às pessoas cuja colaboração e apoio foram fundamentais para a realização do trabalho. Como tal, ficam aqui expressos os meus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas:

Ao Professor Fabio Branco, pela sua gratificante orientação e pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

A minha família, pelo amor e carinho demonstrado ao longo de minha graduação.

Aos demais professores, colegas da UTFPR e da empresa, pelo compartilhamento de experiências nestes anos de luta.

RESUMO

SILVA, Eduardo Pereira. **Aplicação da metodologia SMED para redução de tempo de SETUP na produção de embalagens cartonadas**. 2014. 72f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

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 produção lotes diferenciados a obterem alta flexibilidade com a redução em seus tempos de troca de ferramental, denominado SETUP, estando assim aptas a corresponderem as 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 Indicator*) indicadores chaves de processo da empresa, como abordado neste estudo, *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.

ABSTRACT

SILVA, Eduardo Pereira. **Application of SMED methodology to SETUP time reduction in a carton packaging production**, 2014. 72f. Final Project Paper (Industrial Technological Automation) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2014.

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 factories to obtain high flexibility by reducing their SETUP times and become able to meet the market demands by smaller lots. Conclude this research emphasizing that with the implementation of these 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.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Impressora Flexográfica.....	14
Figura 2 - Roteiro de redução de tempo e metragem.....	17
Figura 3 - Modelo ideal <i>SETUP</i>	20
Figura 4 - Situação atual	21
Figura 5 - Eliminação da variabilidade	22
Figura 6 - Melhorias	22
Figura 7 - Bandejas e caçapas de tinta	24
Figura 8 - Conceitos do SMED.....	25
Figura 9 - Impressora flexográfica.....	26
Figura 10 - Grupo impressor da unidade de impressão	27
Figura 11 - Modelo de Deployment (Desdobramento)	29
Figura 12 - Perdas relacionadas ao equipamento.....	31
Figura 13 - Modelo de Deployment (Desdobramento)	32
Figura 14 - Shadow Board 5S.	33
Figura 15 - Organização 5S	33
Figura 16 – Modelos de Travel Chart.....	35
Figura 17 - Diagrama ISHIKAWA.....	36
Figura 18 – 5W1H	37
Figura 19 - 5 PORQUE	37
Figura 20 - ECRS	38
Figura 21 - Restauração das condições de base	43
Figura 22 - Diagrama homem-máquina.....	45
Figura 23 - Desenvolvimento do Travel Chart dos operadores	46
Figura 24 - Travel Chart dos operadores – Antes	47
Figura 25 - Travel Chart dos operadores - Depois	48
Figura 26 - Redução de percurso.....	49
Figura 27 - Estudo das macro atividades	50
Figura 28 - Aprovação no <i>SETUP</i> interno	51
Figura 29 - Aprovação externalizada.....	52
Figura 30 - Tinteiro próximo ao local da troca	53
Figura 31 - Engrenagens próximas ao local de troca	53
Figura 32 - Itens de fácil localização	53
Figura 33 - Parafusadeira pneumática próxima as portas	54
Figura 34 - Padrão provisório	54
Figura 35 - Diagrama homem-máquina do padrão provisório	55
Figura 36 - Treinamento operacional	56
Figura 37 - Folha de análise de anomalia	57
Figura 38 - Folha de análise de anomalia preenchida.....	58

Figura 39 - Plano de ação	60
Figura 40 - Filme com registros de correção fora do padrão.....	61
Figura 41 - Falha na montagem dos clichês, duas imagens de embalagens	61
Figura 42 - Suporte com fixação rápida	61
Figura 43 - Grau de posicionamento da torres de desbobinamento.....	62
Figura 44 - Exemplo de lição de um ponto	62
Figura 45 - Melhoria no programa do PLC da máquina	63
Figura 46 - Análise de micro-atividade do diagrama homem-máquina	64
Figura 47 - Gabarito de correção – Tela do Eltromat	64
Figura 48 - Sequência de ajuste padronizada – Painel de correção	65
Figura 49 - Trava instalada na máquina de montagem	65
Figura 50 - Documento sobre padronização da correção	66
Figura 51 - Procedimento operacional definitivo	66
Figura 52 - Padrão das velocidades de parada e partida da maquina	67
Figura 53 - Comparação entre os diagramas homem-máquina antes e depois	68

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AE	Atividades Externas
AI	Atividades Internas
EE	Eficiência do Equipamento
ECRS	Eliminar, Combinar, Racionalizar e Simplificar.
N VA	Atividades de Não valor Agregado.
OEE	Eficiência Global do Equipamento
QCO	<i>Quick Change Over</i> , Trocas rápidas
SAP	<i>Software</i> utilizado para gestão da manutenção
SMED	<i>Single Minute Exchange of Die</i> , Troca de ferramental em um dígito de minuto
SVA	Atividades de semi valor agregado
TPM	Total Productive Maintenance ou Manutenção Total do Processo
TPS	<i>Toyota production System</i> , Sistema Toyota de produção
TEE	Eficiência Total do Equipamento
VA	Atividades com Valor agregado
WIP	<i>Work in progress</i> , material semi-acabado aguardando finalização do processo seguinte

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 CONTEXTO.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 OBJETIVOS	15
1.3.1 Objetivo Geral	15
1.3.2 Objetivos Específicos.....	16
1.4 MÉTODO DA PESQUISA	16
1.5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1 DEFINIÇÕES DO SETUP	20
2.1.1 Fases Compreendidas pelo SETUP	21
2.2 DEFINIÇÕES DO SMED.....	24
2.3 REVISÃO DA LITERATURA	26
2.3.1 SMED no Brasil.....	26
2.4 PROCESSO DE IMPRESSÃO.....	27
2.5 PERDAS	29
2.6 RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BASE	30
2.7 INDICADOR DE EFICIÊNCIA	31
2.7.1 Perdas relacionadas ao indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness) ..	31
2.7.2 Principais Grandes Perdas Dos Equipamentos Produtivos	32
2.8 CONCEITOS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE	33
2.8.1 Metodologia dos 5'S.....	33
2.8.2 Filmagem das atividades.....	35
2.8.3 Diagrama Homem-Máquina.....	35
2.8.4 Travel Chart das atividades	36
2.8.5 Técnica do Brainstorming	36
2.8.6 Diagrama de ISHIKAWA	37
2.8.7 Ferramenta 5W1H.....	38
2.8.8 Ferramenta dos 5 porquês.....	39
2.8.9 Plano de ação	39
2.8.10 Sistema Poka Yoke.....	39
2.8.11 Ferramenta Ecrs	40
3 DESENVOLVIMENTO.....	41
3.1 KICK-OFF DO GRUPO TAREFA	41

3.2	ESCOLHA DO TIPO DE SETUP	42
3.3	RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÃO DE BASE	44
3.4	IDENTIFICAÇÃO DO PADRÃO ATUAL.....	45
3.5	REORGANIZAÇÃO E REBALANCEAMENTO	48
3.6	ATUALIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE CAMINHADA.....	50
3.7	CLASSIFICAÇÃO DE SETUP INTERNO E EXTERNO	51
3.8	ANÁLISE TÉCNICA	52
3.9	REORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES	54
3.10	DEFINIÇÃO DO PADRÃO PROVISÓRIO E TREINAMENTO OPERACIONAL 56	
3.11	INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA PARA REGISTRO DE ANOMALIAS	58
3.12	ANÁLISE DE ANOMALIA	60
3.13	ELIMINAÇÃO DAS ANOMALIAS	61
3.14	DEFINIÇÃO DOS METODOS DE REGULAGENS	65
3.15	ELIMINAÇÃO DAS REGULAGENS.....	67
3.16	ATUALIZAÇÃO DO PADRÃO DE TREINAMENTO	68
3.17	RESULTADOS OBTIDOS.....	70
	4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
	REFERÊNCIAS.....	73

1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo é feita a contextualização da aplicação do roteiro de redução de tempo de setup aplicado neste estudo de caso, são referidos os problemas e objetivos do mesmo, assim também como a metodologia SMED utilizada.

Conclui-se o capítulo com a exposição da organização do presente documento.

1.1 CONTEXTO

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, TPM 1999, p. 60), 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 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 no livro de Shigeo Shingo “Sistema de Troca Rápida de Ferramental” da Editora *Bookman* edição realizada no ano 2000, considerado a principal fonte sobre o assunto abordado e também guiou-

se pelos passos da metodologia de redução de tempos de *SETUP* utilizado em grupos tarefa do pilar de melhorias focalizadas.

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*, abastecer o tanque de combustível e restaurar suas condições básicas de funcionamento 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, 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 para evitar paradas de máquina não programada para correção de desvios por falhas no seguimento do procedimento de troca de ferramental.

Aplicou-se o estudo de caso em uma linha de impressão flexográfica de embalagens cartonadas onde 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 (*Single Minute Exchange of Die* – Troca de ferramental em apenas 1 dígito de minuto) para redução do tempo e refugo de material necessário para produção de um novo lote. Como fruto obteve-se retorno financeiro para a empresa devido ao aumento da disponibilidade da máquina (aumento de capacidade), redução no desperdício de material, aumento na eficiência do equipamento, padronização das atividades operacionais e perdas de material segregado na partida da máquina próximo ao nível tecnológico.

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

Na figura 1 temos a visão lateral de uma impressora flexográfica com seis unidades de impressão e ao lado vemos quatro operadores de máquina.

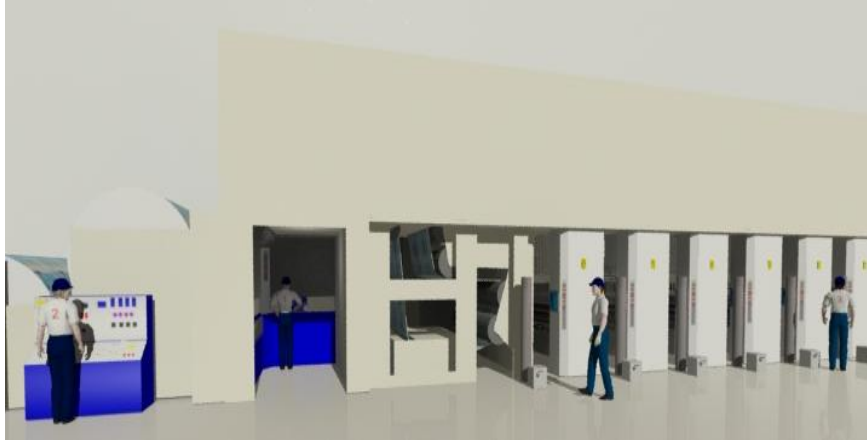


Figura 1: Impressora Flexográfica.
Fonte: Do Autor (2013).

Os próximos tópicos serão abordados sobre o roteiro de redução de *SETUP*, seus conceitos e sobre SMED.

Posteriormente será mencionado sobre a filosofia dos 5S e ferramentas de qualidade como *Brainstorming*, 5W1H, Causa e Efeito, Cinco Porquês e ECRS, em seguida a descrição do aspecto metodológico, estudo de caso realizado na empresa de embalagens e finalmente serão evidenciadas algumas recomendações gerais e conclusões.

1.2 JUSTIFICATIVA

Para que uma empresa se mantenha competitiva no mercado torna-se necessário oferecer uma maior gama de produtos, neste caso, volumes diferenciados, embalagens ergonômicas de fácil manipulação e designs arrojados, isto a leva a um aumento do *mix* de produção. Os lotes com o passar do tempo tornam-se cada vez menores para atender as necessidades de um cliente que exige prazos cada vez mais rigorosos e qualidade com o mínimo de variação segundo suas necessidades, pois no final da cadeia encontra-se um consumidor cada vez mais exigente. Isto se reflete no processo produtivo, pois a redução nos lotes de produção exige uma troca mais freqüente de ferramental. Tendo em vista este

cenário o departamento de engenharia de produção investiu em melhorias no processo de impressão focando-se na etapa de troca de ferramental mais conhecido no ambiente fabril como *SETUP*.

A redução no tempo de *SETUP* tem efeito positivo cascadeado em vários indicadores chaves de processo KPI's (*Key Process Indicator*) e também na cadeia de suprimentos como os citados abaixo:

- 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*), ou seja, a entrega perfeita, (*Perfect Delivery*)
- Redução dos custos operacionais;
- Lotes pequenos e baixo índice de material semi-acabado *WIP (Work in progress)*, reduzindo o inventário e espaço ocupado no armazém;
- Aumento na satisfação do funcionário e nível de segurança por conta da organização e limpeza do local de trabalho.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Propor um modelo de aplicação da metodologia *SMED* para auxiliar fábricas de qualquer ramo que tenham em seus processos produção de lotes diferenciados a obterem alta flexibilidade através da redução de seus tempos de troca de ferramental, denominado *SETUP*, estando assim aptas a corresponderem as demandas de seus clientes por lotes cada vez menores, mais freqüentes e emergenciais.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Reduzir em até 20% o tempo médio e refugo gerado durante o *SETUP*;
- Aumentar a Eficiência operacional do processo flexográfico em até 1,3%;
- Definir um padrão único operacional de fácil aplicação.

1.4 MÉTODO DA PESQUISA

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, a metodologia mostrada na tabela 1 é atualmente utilizada pelo pilar de melhorias focalizadas da empresa em questão, esta 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 serão abordadas nos capítulos seguintes.

Roteiro para redução de setup pilar de melhorias focadas		
Objetivo	Atividade	Ferramentas
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	
2.1 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
3.1 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	5W1H 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
4.1 Melhoramento das atividades de substituição	Decompor em micro atividades Instrução de trabalho OPLs	Análise ECRS
4.2 Atualização do padrão e treinamento	Registro vídeo	
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 vídeo	

Tabela 1: Roteiro de redução de tempo e metragem - Melhorias Focalizadas.
Fonte: Fornecido pela empresa (2013)

Pesquisaram-se por outras propostas metodológicas de *SETUPS*, como a fornecida por (FOGLIATTO, F; FAGUNDES, P; 2003) em seu estudo de caso, foi proposto um modelo simples de roteiro a ser seguido, conforme o figura 2.

Estratégico	Definição de metas Escolha da equipe de implantação Treinamento da equipe de implantação Definição da estratégia de implantação
Preparatório	Definição do produto a ser inicialmente abordado Definição do processo a ser inicialmente abordado Definição da operação a ser inicialmente abordada
Operacional	Análise da operação a ser inicialmente abordada Identificação das operações internas e externas do <i>setup</i> Conversão do <i>setup</i> interno em externo Prática da operação de <i>setup</i> e padronização Eliminar ajustes Eliminar o <i>setup</i>
Comprovação	Consolidação da TRF em todos os processos da empresa

Figura 2: Roteiro de redução de tempo e metragem.
Fonte: Fogliatto & Fagundes (2003)

A pesquisa realizada neste trabalho pode ser classificada com base em seus objetivos, como pesquisa exploratória, esse tipo de pesquisa proporciona maior familiaridade com problema ou com um assunto pouco conhecido.

Envolve levantamento bibliográfico (mesmo que existam poucas referências). Gil (1999) coloca que pesquisa exploratória proporciona uma visão geral do fato. Esse tipo de pesquisa é usada quando o tema escolhido é pouco explorado tornando-se difícil formular hipóteses precisas.

Por outro lado, a pesquisa também é aplicada, pois tem a finalidade de ajudar a gerar conhecimentos para aplicação prática dirigida a solução dos problemas no ambiente fabril, propondo um método de fácil de aplicação do roteiro de redução de tempos e metragens de *setup* para dar suporte ao departamento de engenharia de processo e melhorias focadas.

1.5 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa aplicada foi realizada seguindo os preceitos do TPM em reduzir custos de produção ao eliminar perdas e aumentar a produtividade de cada etapa do processo. Por intermédio de um planejamento estratégico, é feito um levantamento de todas as perdas da fábrica do ano anterior, observando o custo das perdas para a fábrica, definiram-se as frentes de trabalho que seriam desenvolvidas no ano corrente.

Antes da formação dos times, verifica-se a disponibilidade de recursos humanos, em média cada grupo é formado por quatro integrantes, normalmente, selecionam-se dois operadores de máquina, um dentre eles deve ser sênior no processo a ser aplicado o trabalho, um analista de processo do pilar de melhorias focadas ou pilar de qualidade que tenha vivência nas ferramentas de análise e roteiro da metodologia e finalmente seleciona-se um integrante do departamento de manutenção para que possa enriquecer as análises e contribuir com seu ponto de vista técnico, gerando assim uma equipe heterogênea.

SETUP é uma perda inerente ao processo de fabricação e importante para melhoria do fluxo de produção, deve ser trabalhado sistematicamente ano após ano para possibilitar o alcance de perdas de tempo e refugo de material em seu nível tecnológico.

Com a formação do grupo definida e após alinhamento com os gestores do processo de impressão, deu-se início a aplicação do roteiro para redução de tempo e refugo de setup.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 DEFINIÇÕES DO SETUP

SETUP é a seqüência de atividades necessárias para preparação de um equipamento ou posto de trabalho entre a troca de um produto e o seu sucessivo. E 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 (peça, embalagem, etc), ou seja, é o período de inatividade da linha produtiva durante o qual o equipamento é preparado para a produção subsequente.

Pode-se afirmar que as operações de *SETUP* compreendem uma seqüência de passos divididos em três fases (SHINGO; SHIGEO, 2000, p. 48):

- Montagem e remoção de ferramentas ou componentes;
- Medições, posicionamentos e calibrações;
- Corridas de testes e ajuste.

Na prática em um *SETUP* ocorre às seguintes características vistas na figura 3, neste caso a ordenada “Y” corresponde a velocidade da máquina em metros por minuto e a abscissa “X” corresponde ao tempo em minutos, com 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 centragem, provas de qualidade com seus devidos ajustes e finalmente o retorno a sua velocidade normal de produção. Entende-se que quando a máquina está parada as atividades são classificadas como *SETUP* Interno e quando a máquina está em produção se houver atividades relacionadas ao setup estas são classificadas como *SETUP* Externo.

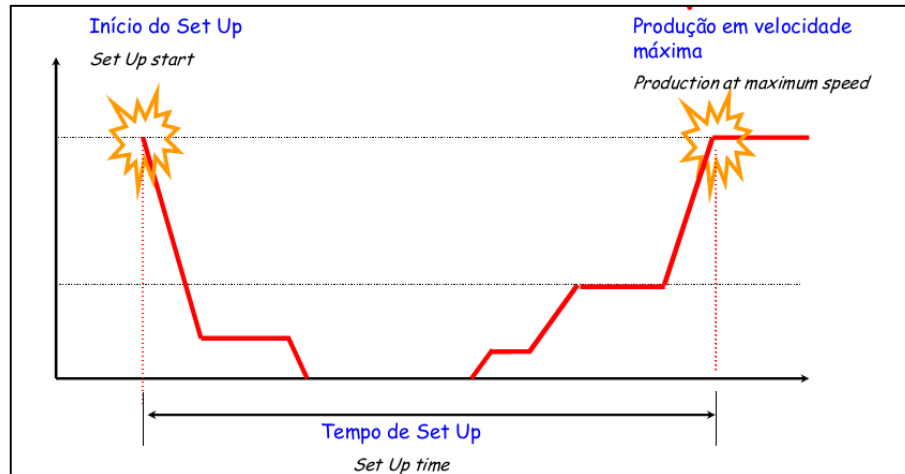


Figura 3: Modelo ideal *SETUP*.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

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, 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 não estão ligadas ao restabelecimento do processo no menor tempo possível. Isto é altamente prejudicial e reflete negativamente nos indicadores chaves de processo da empresa conhecidos como KPI's (*Key Process Indicators*).

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*).

2.1.1 Fases Compreendidas pelo *SETUP*

A seguir serão apresentadas as fases que compreendem a evolução do indicador de tempo do *SETUP*. Como ponto de partida primeiramente é feita o entendimento da situação atual, conforme figura 4 é possível verificar uma

seqüência de *SETUPS* em um período de tempo onde não é mantido um nível constante de tempo. As etapas abaixo devem ser implementadas:

Fase 1: Seleção e situação atual:

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

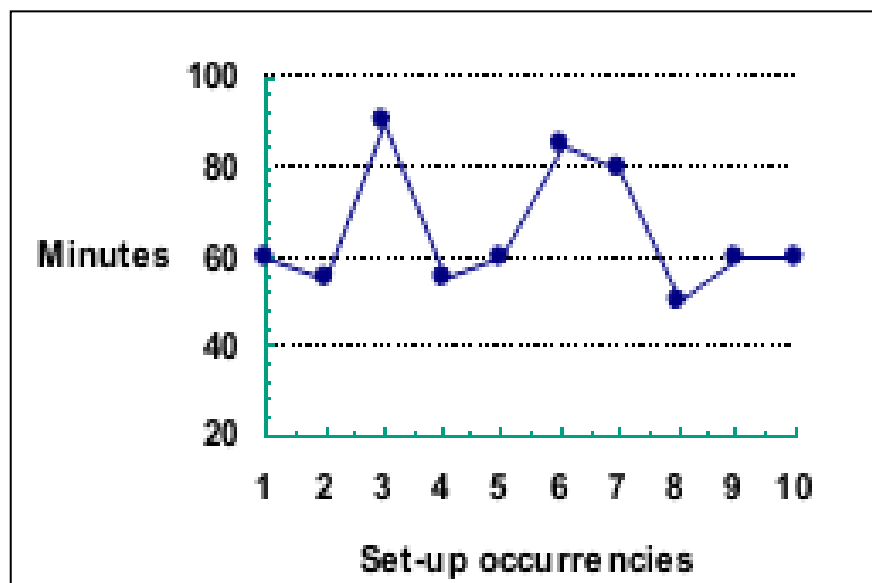


Figura 4: Situação atual.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

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 mostra a figura 5, os *SETUPS* neste momento estão garantindo uma estabilidade em seu tempo de execução.

Fase 2: Eliminação da variabilidade:

- Registro e eliminação dos desvios do padrão ("anomalias")

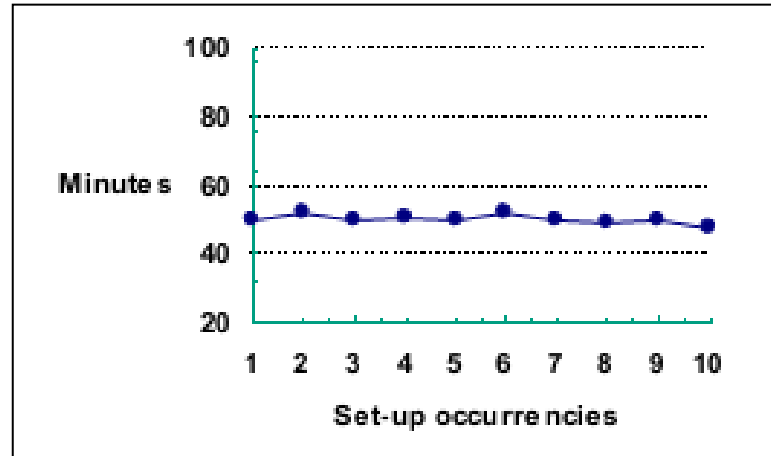


Figura 5: Eliminação da variabilidade.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

Finalmente para melhorar ainda mais este indicador faz-se o uso de ferramentas de análise como 5 PORQUES, ECRS (Eliminar, Combinar, Racionar e Simplificar), ou seja, identificar atividades que são desnecessárias e eliminá-las, combinar atividades para reduzir transportes, encontrar novas soluções para reduzir atividades e reorganizá-las e por fim simplificá-las identificando melhorias nas micro-atividades, com estas ferramentas pode-se chegar a um patamar de perdas tecnológicas, conforme figura 6.

Fase 3: Melhorias:

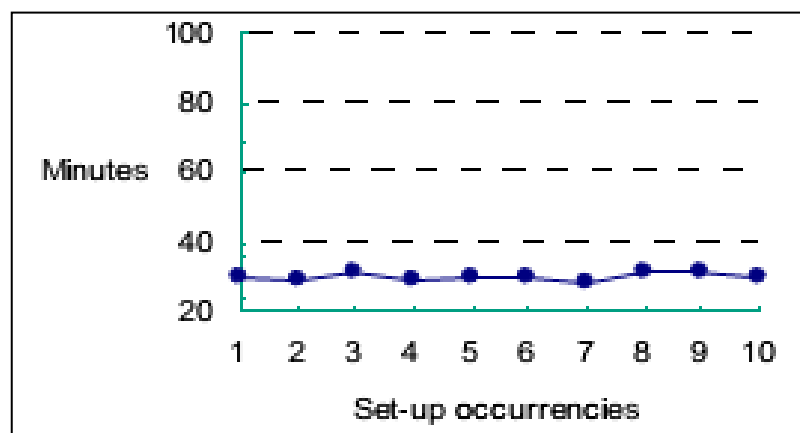


Figura 6: Melhorias.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

2.2 DEFINIÇÕES DO SMED

SMED (*Single minute Exchange of Die*) ou Troca rápida de ferramental (TRF) é uma ferramenta que define todo o processo de troca de produto ou material (*SETUP*), serve para identificar atividades que comprometem o tempo da execução da tarefa. Isto é conseguido através da otimização do processo de reconfiguração das ferramentas e dispositivos de fixação de materiais (SHINGO; SHIGEO, 2000, p. 46).

Essa ferramenta de gestão de processo foi uma linha de raciocínio estimulada inicialmente por Shigeo Shingo da *Japan Management Association* juntamente com Taiichi Ohno, ex-vice presidente da *Toyota Motors Company* e posteriormente padronizada metodologicamente por Shigeo Shingo. Metodologia aplicada na indústria para redução do tempo de *SETUP*.

As etapas a serem seguidas são as seguintes:

- 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 podem ser efetuadas antes/durante e depois do período de *SETUP*;
- Identifique as atividades críticas;
- Estabeleça padrões.

No caso de estudo em questão, significa realizar a troca do ferramental (*Exchange of Die*) do grupo impressor, tais como, as bandejas de contenção, caçapas de tintas, câmaras de tinta e calhas (figura 7), visando disponibilizar a linha de produção ou máquina para início do próximo lote com qualidade em um tempo abaixo de nove minutos e cinquenta e nove segundos.



Figura 7: Bandejas e caçapas de tinta.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

À medida que se pratica esta técnica o tempo utilizado nesta atividade tende a reduzir-se gradativamente através das contribuições e sugestões de melhorias dos operadores ou por grupos de trabalhos focados neste tema.

A seguir é possível identificar as fases de melhoria do SMED, inicia com a classificação de toda rotina de setup e separação das atividades de *SETUP* em internas e externas, converte-se a maior quantidade possível de atividades internas em externas e finalmente racionalizam-se todas as operações de *SETUP*, como visto na figura 8.

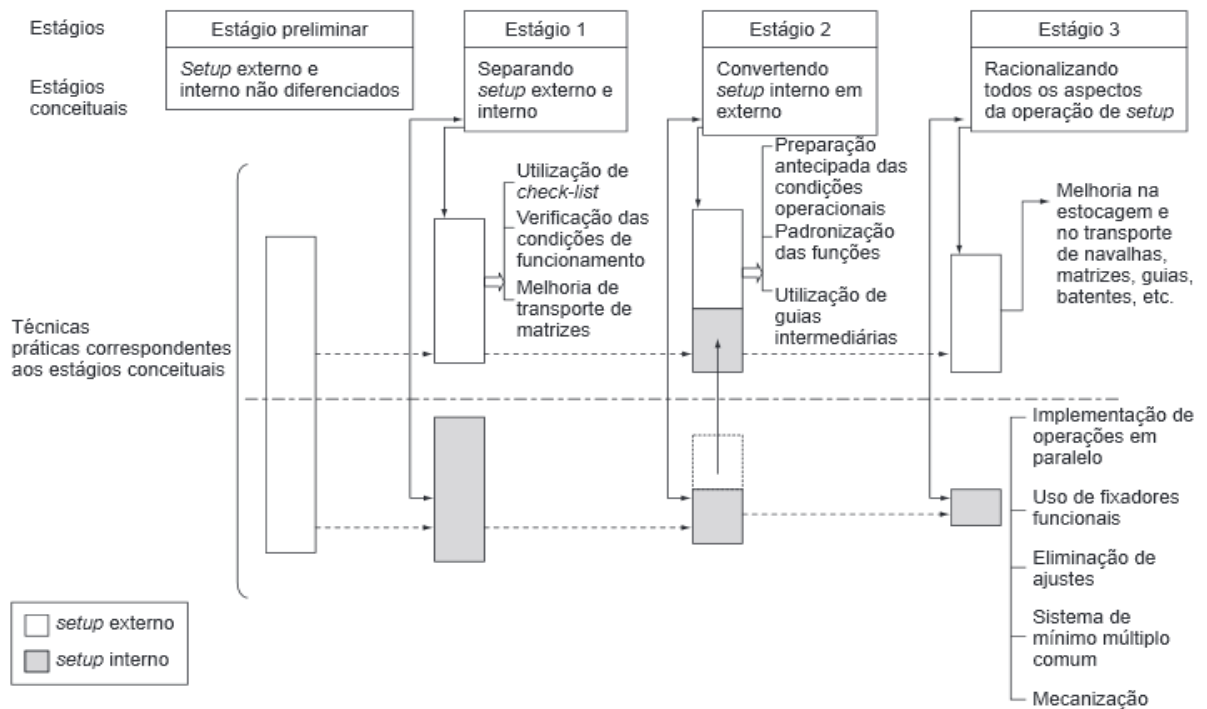


Figura 8: Conceitos do SMED.
Fonte: SHIGEO SHINGO – 2000, p. 98.

Pode-se afirmar que as operações de *SETUP* compreendem uma sequência de passos divididos em três fases (SHINGO; SHIGEO, 2000, p. 48):

- Montagem e remoção de ferramentas ou componentes;
- Medições, posicionamentos e calibrações;
- Corridas de testes e ajuste.

2.3 REVISÃO DA LITERATURA

2.3.1 SMED no Brasil

O livro de Shingo foi publicado no ano de 2000 no Brasil, com o título “Sistema de Troca Rápida de Ferramentas” (SHINGO, 2000). Aplicações no país confirmaram o SMED como referência conceitual quando trata-se 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.

2.4 PROCESSO DE IMPRESSÃO

O processo de impressão que se aplicou neste trabalho conhecido como 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 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 e assim sucessivamente.

Essencialmente as máquinas de flexografia possuem os seguintes elementos: sistema de entrada e saída de substrato que no caso 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; EUDES, 2007, p. 62). Exemplo de uma máquina de impressão flexográfica pode ser visto na figura 9:



Figura 09: Impressora flexográfica.
Fonte: Tresu (2013).

Logo abaixo podemos identificar como ocorre a transferência da tinta em uma unidade de impressão. A flexografia é caracterizada pela impressão direta ao substrato (papel), 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, conforme figura 10 (Flexonews, Grupo impressor, disponibilizado em: <http://www.flexonews.com.br/index.php/87-consultoria/cursos-e-treinamento>):

- Cilindro de de impressão
- Cilindro Porta-Clichê
- Cilindro Anilox
- Lâmina dosadora
- Reservatório de tinta

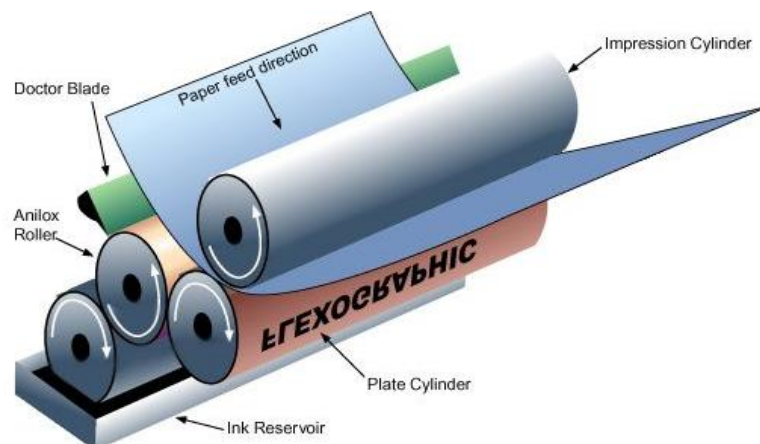


Figura 10: Grupo impressor da unidade de impressão.
Fonte: www.flexonews.com.br (2013).

2.5 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; Shigeo, 1985).

Nas indústrias existem perdas que são inerentes ao processo produtivo e estas perdas são inversamente proporcionais a eficiência deste processo.

É fundamental que as atividades do processo produtivo que não agregam valor ao produto sejam sistematicamente reduzidas e as perdas eliminadas (BORNIA, Antônio Cezar, 1995).

Quando se fala em perda, três aspectos devem ser levados em consideração:

2. Tipos de perdas: estoques excessivos, sujeira e desordem, inatividade, refugos e defeitos, etc.
3. Perdas escondidas: Observam-se duas frentes: uma fisicamente escondida por sujeira, negligência, inspeção insuficiente ou não feita. E a psicologicamente escondida que esta evidente, mas que é negligenciada ou de difícil inspeção, como exemplo pode-se citar: longas caminhadas para realizar tarefas, desperdícios, retrabalhos e inatividade (ocorre quando o homem não sabe usar todo o potencial da máquina). A quebra é o evento final com a combinação de muitos problemas invisíveis. Problemas ocultos são normalmente negligenciados ou ignorados.
4. Eliminação das perdas: As perdas estão espalhadas e custam caro, mas a maioria pode ser evitada se forem identificadas, medidas e se utilizadas às ferramentas corretas.

As perdas grandes (macros) devem ser atacadas através de perdas menores (micros) que são reveladas através de um “*Deployment*”, que significa desdobramento. Com base na informação das perdas micro os pilares do WCM podem abrir grupos de melhoria ou focar os trabalhos com a finalidade de eliminarem estas perdas. Quando se ataca perdas pequenas é mais fácil, mais claro e objetivo e com isto pode-se chegar às grandes perdas com muito mais eficiência,

passo a passo. O objetivo principal do desdobramento é separar um conjunto de informações segundo várias categorias. 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. A Figura 11 mostra um modelo de *Deployment* (desdobramento).

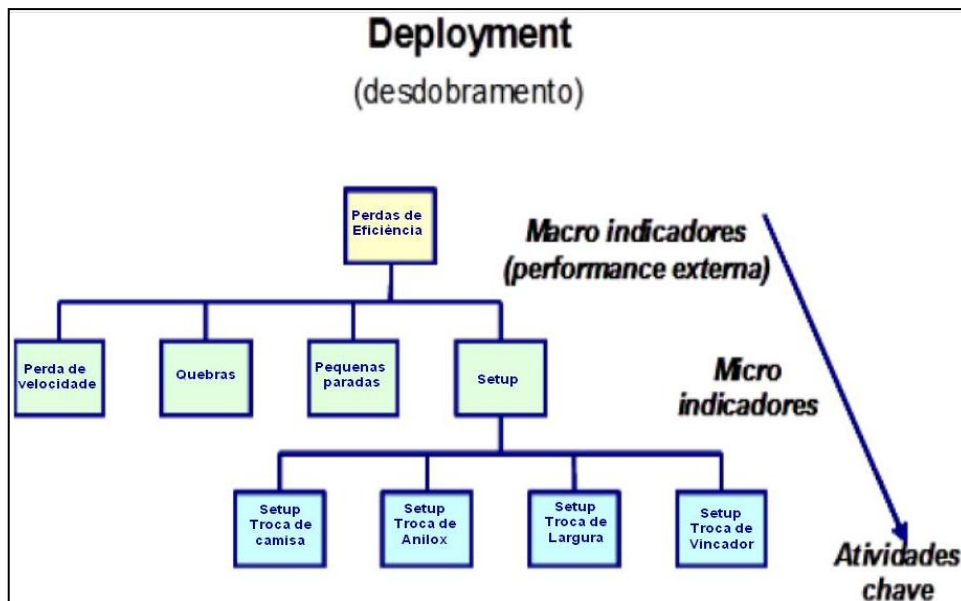


Figura 11: Modelo de Deployment (Desdobramento).
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

2.6 RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE BASE

Antes de se iniciarem quaisquer atividades deve-se atentar-se para que o trabalho seja realizado sem nenhuma interferência, isto é, devem-se restaurar as condições de base em quatro frentes:

- a. MÁQUINA: Compreende os equipamentos defeituosos, com a vida útil ultrapassada, mau funcionamento. Neste caso os operadores e manutentores executam as restaurações, estas atividades são gerenciadas através de um software chamado SAP no modulo PM e são lançados neste sistema os custos e horas empregadas em cada notificação de manutenção.

- b. MÉTODO: Toda e qualquer documentação referente à atividade a ser executada. Existem procedimentos operacionais, lições de um ponto, checklists e planos de controles que devem estar atualizados.
- c. MÃO DE OBRA: Checar o entendimento dos operadores em relação ao padrão atual evitando desvios ou falhas durante as etapas.
- d. MATÉRIA PRIMA: materiais que serão transformados durante o processo produtivo em produto acabado e materiais auxiliares necessários a execução da tarefa.

2.7 INDICADOR DE EFICIÊNCIA

OEE – “*Overall Equipment Effectiveness*” (Eficiência Geral de Equipamento ou Eficiência Global de Máquinas) é um indicador desenvolvido pelo *Japan Institute of Plant Maintenance*. Teve origem no TPM (*Total Productive Maintenance*) parte integrante do TPS (*Toyota Production System*).

O criador do OEE, Seiichi Nakajima, desenvolveu-o como meio de qualificar não apenas o desempenho dos equipamentos, mas também como métrica da melhoria contínua dos “Processos Produtivos”. Com a adoção dos conceitos do TPS por inúmeras empresas japonesas e com o desenvolvimento do *Lean Manufacturing* (Manufatura Enxuta) no ocidente, o OEE tornou-se o referencial mundial para medição do desempenho dos equipamentos industriais. DELAROLI, Yasmin. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/159592017/OEE-Overall-Equipment-Effectiveness-Eficiencia-Geral-de-Maquinas>>. Acesso em: 18 Fev. 2014.

2.7.1 Perdas relacionadas ao indicador OEE (Overall Equipment Effectiveness)

O OEE sendo um indicador “tridimensional” reflete as principais perdas relacionadas com o equipamento e quantifica quanto eficaz é o equipamento na agregação de valor ao produto obtido num processo produtivo. As perdas de produção relacionadas com os equipamentos tem três origens conforme visto na figura 12:

- Paradas não planejadas = Disponibilidade.
- Equipamento não funciona à velocidade/cadência nominal. = Eficiência
- Produtos que não cumprem as especificações. = Qualidade.

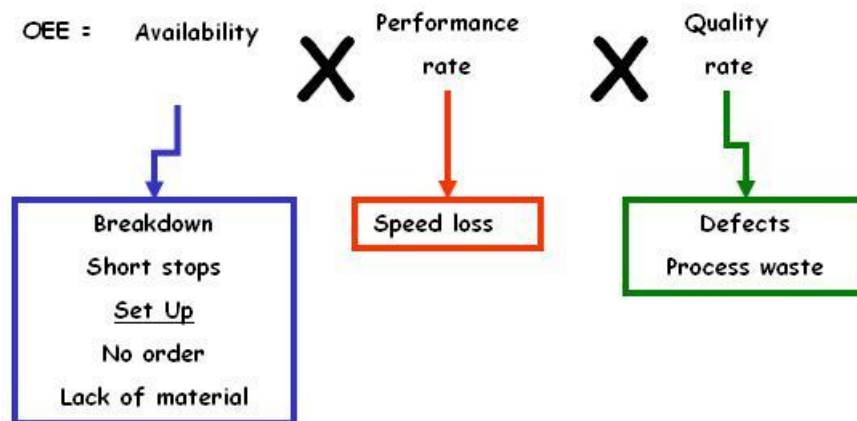


Figura 12: Perdas relacionadas ao equipamento
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

2.7.2 Principais Grandes Perdas Dos Equipamentos Produtivos

A partir destas três origens, Seiichi Nakajima definiu as seis principais grandes perdas dos equipamentos produtivos:

- Falha/avaria do equipamento.
- Mudanças (*Changeover*), Ajustes, Ajustes, Afinações, Setup e outras paradas.
- Esperas, pequenas paradas devidas a outras etapas do processo.
- Redução de velocidade/cadência relativo ao originalmente planejado.
- Defeitos de qualidade do produto e retrabalho.
- Perdas no arranque e mudança de produto (Produto não conforme e desperdícios de materiais).

Na figura 13 podemos ver um exemplo de desdobramento de perdas que impactam diretamente na redução do tempo disponível de produção, as três maneiras utilizadas na empresa em questão para o monitoramento deste indicador são TEE (*Total Equipment Effectiveness*) ou Efetividade do Equipamento Total, engloba as perdas estratégicas e relacionadas ao ambiente externo da fábrica como paradas por dia religioso, feriados e falta de demanda de mercado, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) ou Efetividade Global do Equipamento, trata das perdas

planejadas no ambiente fabril, mas que não tem influencia direta dos operadores como manutenção planejada e quedas de energia, finalmente o EE (*Equipment Effectiveness*) ou Efetividade do Equipamento monitora as perdas operacionais que impactam na disponibilidade da máquina como o tempo utilizado durante os SETUPS, pequenas paradas e perdas de velocidade. Para a realização do calculo destes indicadores pode-se basear-se nas formulas fornecidas na figura abaixo.

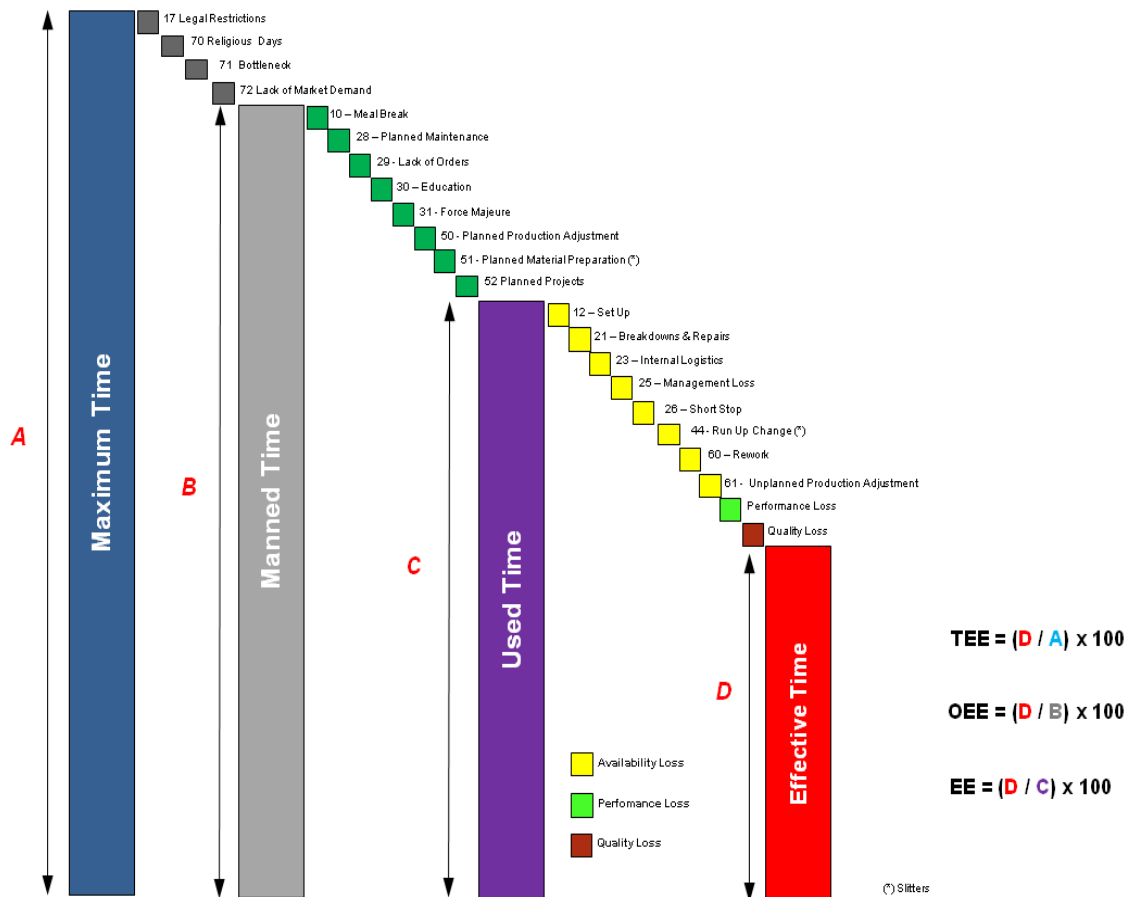


Figura 13: Modelo de Deployment (Desdobramento).
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

2.8 CONCEITOS E FERRAMENTAS DE ANÁLISE

2.8.1 Metodologia dos 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, visto nas figuras 14 e

15 e também promover o acultramento das pessoas a um ambiente de economia, organização, limpeza, higiene e disciplina, fatores fundamentais à elevada produtividade, (FALCONI; VICENTE, 2004, p. 174).

O nome 5S provém dos termos em japonês utilizados para descrever os passos da metodologia:

- *SEIRI* - Utilização, classificação, separando o necessário do desnecessário;
- *SEITON* - Organizar, dispor de forma adequada os utensílios no posto de trabalho;
- *SEISO* - Limpar, criar e aplicar um padrão de limpeza;
- *SEIKETSU* - Padronizar, manter a organização e a limpeza obtidas;
- *SHITSUKE* - Disciplina. Criar o hábito de seguir os padrões exigidos.



Figura 14: Shadow Board 5S.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).



Figura 15: Organização 5S.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

2.8.2 Filmagem das atividades

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, assim identificando atividades macro e micro, início e fim, de valor agregado e de não valor agregado, classificando-as para futuramente melhorá-las. Abaixo 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.

2.8.3 Diagrama Homem-Máquina

Método para demonstrar a relação entre as atividades do homem e da máquina de forma simultânea e identificar 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.

2.8.4 Travel Chart das atividades

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, figura 16.

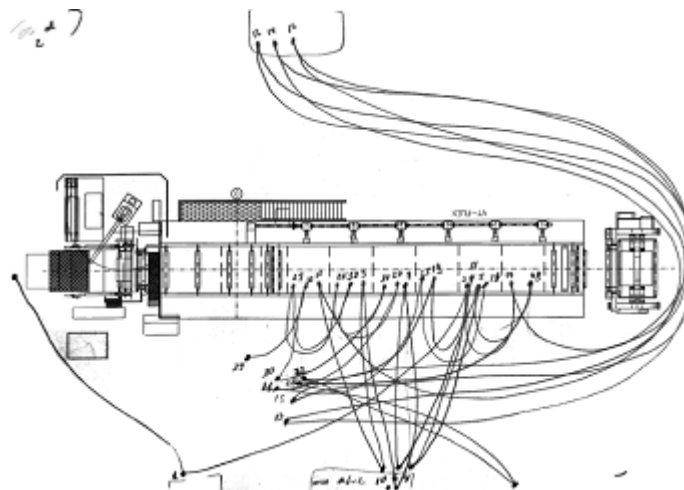


Figura 16: Modelo de Travel Chart.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

2.8.5 Técnica do Brainstorming

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 idéias 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 discutir com o grupo uma ou mais contramedidas, dispondo elas sob a forma de 5W1H assim é possível obter-se um plano de ação (FALCONI; VICENTE, 2004, p. 85).

2.8.6 Diagrama de ISHIKAWA

Também conhecido como Diagrama Espinha de Peixe e Causa e efeito o Diagrama de ISHIKAWA, basicamente é um Brainstorming organizado em assuntos relacionados entre si, é usado quando a causa real do problema não é conhecida, utilizando o conhecimento das pessoas sobre o assunto em estudo (SILVIO; AGUIAR, 2006, p. 74) este diagrama estuda as 6 grandes causas de variação de um processo e tem as seguintes características:

- Representa a relação entre o efeito e todas as possibilidades de causa que podem contribuir para este efeito.
- Retrata um conjunto de propósitos bastante específicos.
- É utilizado quando há necessidade de identificar, explorar e ressaltar todas as causas possíveis de um problema.
- Proporciona uma visualização gráfica instantânea.

O diagrama causa e efeito é utilizado para dispor e organizar o relacionamento entre as causas e o efeito (SILVIO; AGUIAR, 2006, p. 74).

As causas frequentemente estão relacionadas conforme figura 17:

- Mão de obra
- Métodos
- Materiais Adicionais
- Máquinas
- Meio Ambiente
- Matéria Prima

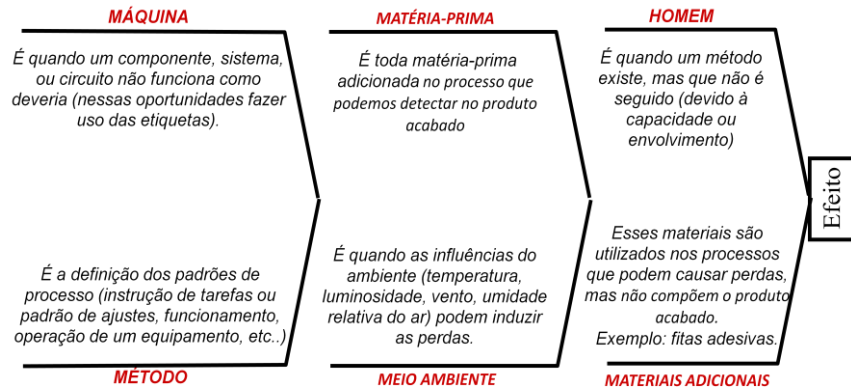


Figura 17: Diagrama ISHIKAWA.
Fonte: SILVIO; AGUIAR, 2006

2.8.7 Ferramenta 5W1H

É uma lista de verificação, segundo Seleme e Stadler (2012) seu nome vem do inglês das perguntas que iniciam com a letra W e H, onde quem (*Who*), o que (*What*), onde (*Where*), quando (*When*), qual (*Which*) e como (*How*), as respostas destas perguntas nos levam a compreender e correlacionar um determinado fenômeno para a máquina, homem, método, material e meio ambiente, conforme figura 18.

	PERGUNTA	SIGNIFICADO	INSTIGAÇÃO	DIRECIONADOR
5W1H	What?	O que?	O que deve ser feito?	O objeto
	Who?	Quem?	Quem é o responsável?	O sujeito
	Where?	Onde?	Onde deve ser feito?	O local
	When?	Quando?	Quando deve ser feito?	O tempo
	Why?	Por quê?	Por quê é necessário?	O motivo
	How?	Como?	Como será feito?	O método

Figura 18: 5W1H.
Fonte: Seleme e Stadler (2012, p.44)

Esta ferramenta também é utilizada para programar ações onde incluímos mais uma pergunta, sobre o valor financeiro da ação, o quanto (*How much*).

2.8.8 Ferramenta dos 5 porquês

É uma ferramenta utilizada para se chegar à causa raiz de um problema que são originadas em uma cadeia de eventos que direcionam há um problema específico. Consiste em responder cinco vezes a pergunta Porquê, aprofundando-se cada vez mais para definir as contramedidas eficazes, Seleme e Stadler (2012), pode ser visto na figura 19.

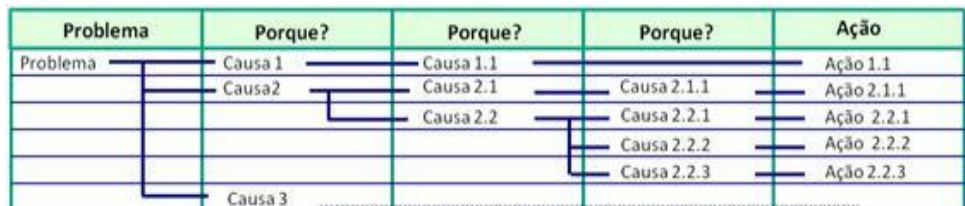


Figura 19: 5 PORQUE.
Fonte: Seleme e Stadler (2012)

2.8.9 Plano de ação

Segundo (FALCONI; VICENTE, 2004, p. 85), 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.

2.8.10 Sistema Poka Yoke

Este termo em japonês é um conceito inventado por Shigeo Shingo assim como o SMED. É um dispositivo a prova de erros (*Fool-Proof*), pode ser mecânico ou eletrônico utilizado para impedir as conseqüências do erro humano. (FALCONI; VICENTE, 2004, p. 80).

2.8.11 Ferramenta 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 em sua realização, ou seja, identificar atividades que são desnecessárias e eliminá-las, combinar atividades para reduzir transportes, encontrar novas soluções para reduzir atividades e reorganizá-las e por fim simplificá-las identificando melhorias nas micro-atividades. A seqüência indicada a partir das análises ECRS pode ser variada em termos de visto na figura 20:

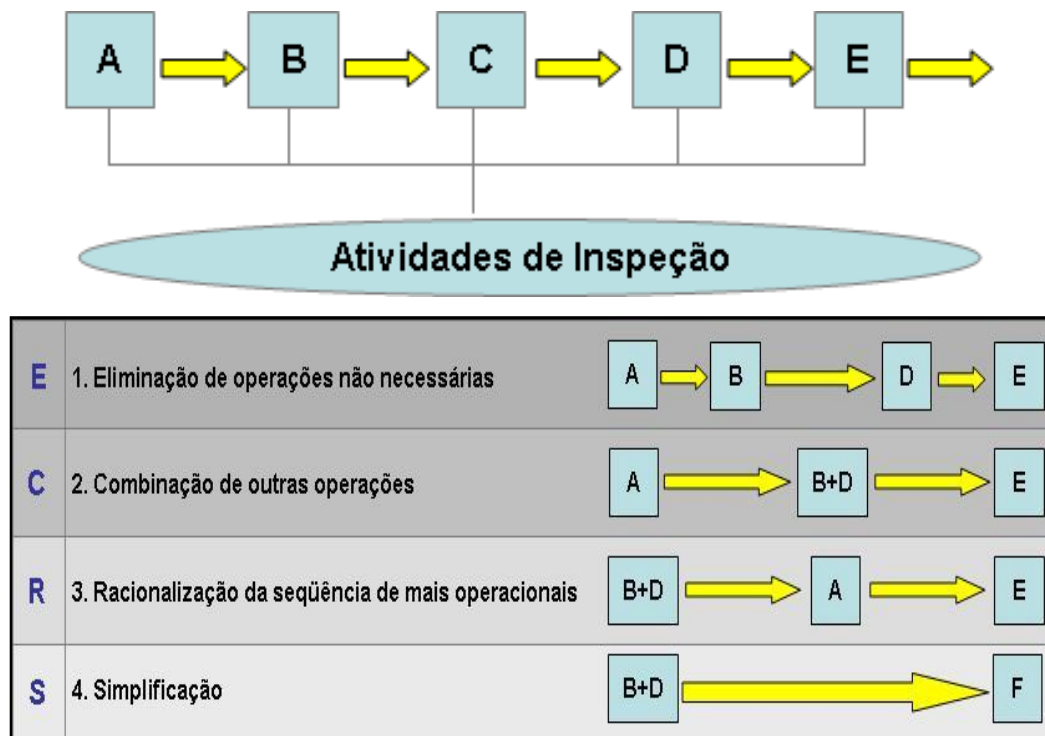


Figura 20: ECRS.

Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013)

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 KICK-OFF 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 Engeneering*), engenheiro especialista nas metodologias do TPM. Este encontro é conhecido como *Kick-off* (lançamento) do grupo. Realizaram-se neste evento alguns treinamentos para balizar o conhecimento entre os membros como mostra o gráfico 1, como o roteiro de redução de tempo de *SETUP*, 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. Esta equipe foi formada por dois operadores do processo de impressão, um analista de processo e um tecnólogo de automação industrial.

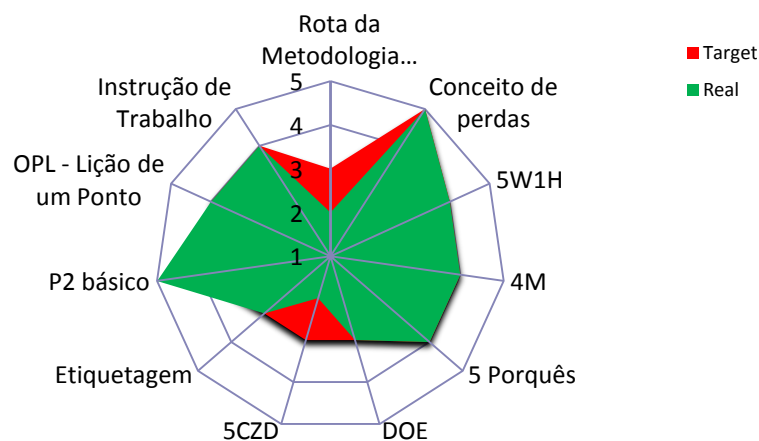


Gráfico 1: Radar das habilidades dos integrantes.
Fonte: Do Autor (2013).

Lista de treinamentos realizados ao grupo visto no gráfico *radar chart*:

- Rota da metodologia;
- Instrução de trabalho;
- OPL, lição de um ponto;

- P2 básico, sistema supervisorio da producao em questao;
- Etiquetagem das anomalias;
- 5CZD, cinco condicoes para zero defeito:
- DOE, design of experiment;
- 5 Porquês;
- 4M, Ishikawa.
- 5W1H (*Where, What, When, Who, How, Which*).
- Conceitos de perdas.

3.2 ESCOLHA DO TIPO DE SETUP

Com os dados fornecidos pelo pilar de melhorias focadas da fabrica, houve o entendimento da situacao atual dos desperdícios de material impresso (gráfico 2) e eficiencia do processo de impressao conforme visto no gráfico 3.

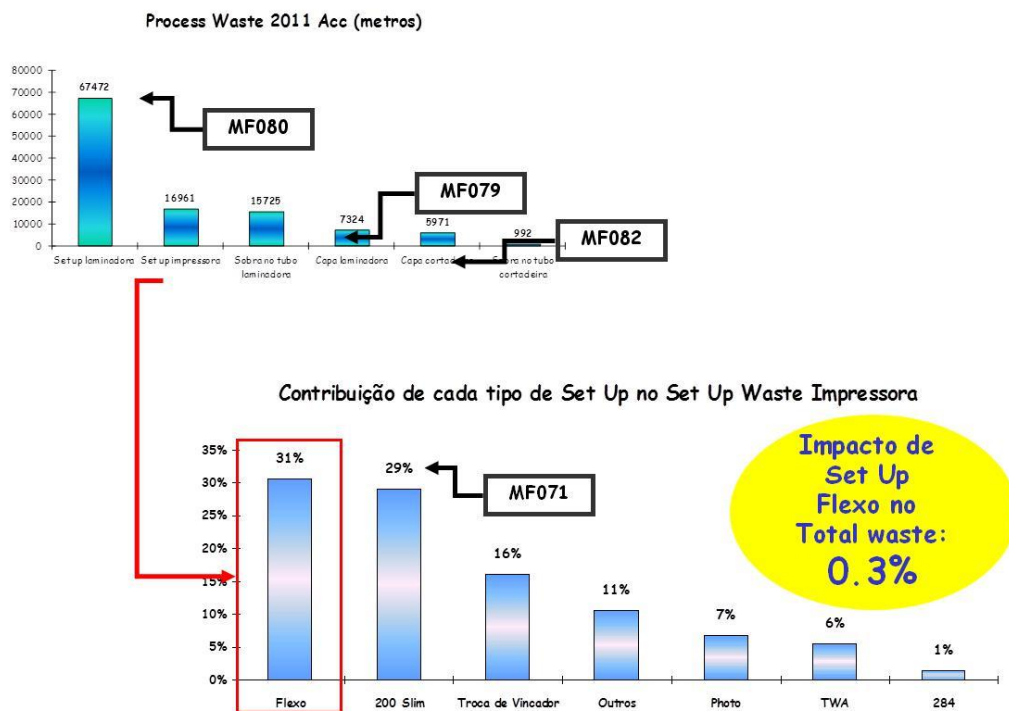


Gráfico 2: Monitoramento das perdas processo de impressao.
Fonte: Do Autor (2013).

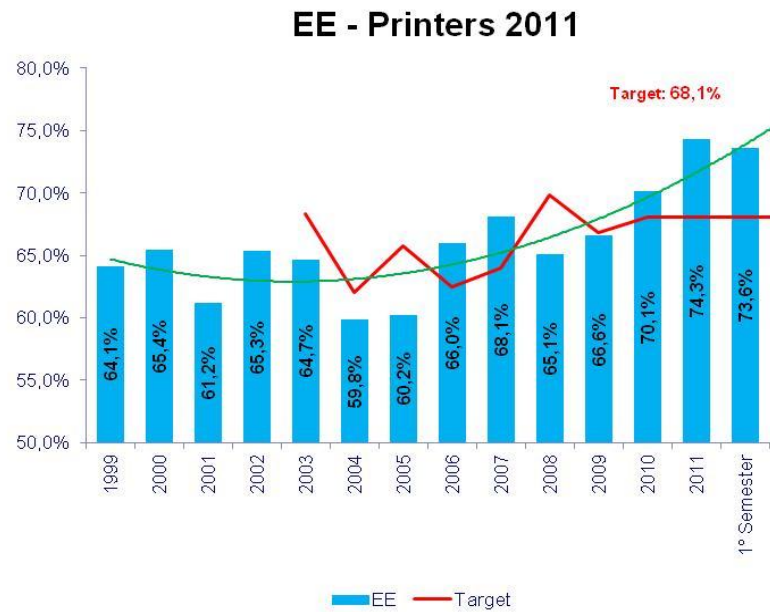


Gráfico 3: Monitoramento da eficiência processo de impressão.
Fonte: Do Autor (2013).

Criou-se o primeiro nível de desdobramento de eficiência, onde evidenciou-se que *SETUP* era a voz mais significativa, conforme gráfico 4.

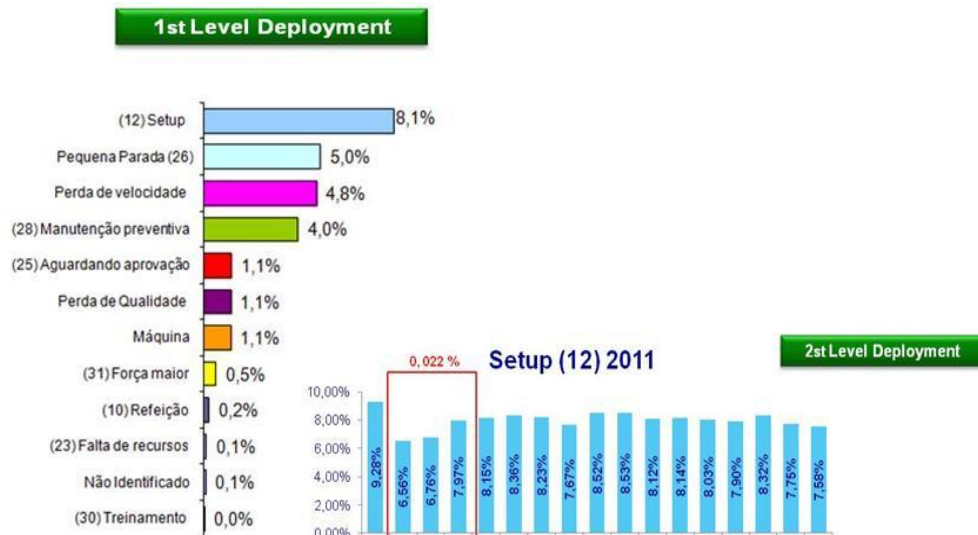


Gráfico 4: Deployment primeiro e segundo nível – % de impacto no EE.
Fonte: Do Autor (2013).

Desdobrando-se em um terceiro nível, identificou-se que a perda mais relevante encontrava-se 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 5.

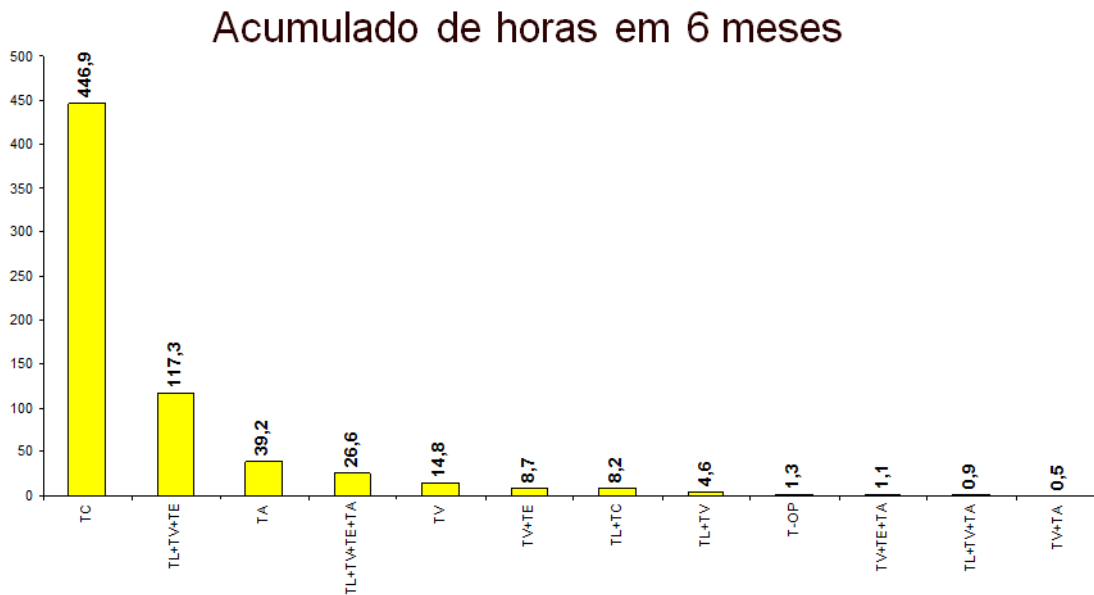


Gráfico 5: Impacto de horas acumuladas pelos Tipos de SETUP.
Fonte: Do Autor (2013).

3.3 RESTAURAÇÃO DAS CONDIÇÃO 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 impactar 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, eliminam-se vazamentos, realizando o aperto dos parafusos e porcas previnem-se quebras, melhoram-se as condições básicas em relação à máquina para que a produção mantenha-se dentro das especificações do cliente. Conforme visto na figura 21, segue um exemplo de restauração de condição de base, limpeza, inspeção, lubrificação e restauração das peças e equipamentos.

Logo que uma anomalia é identificada, cria-se uma solicitação de reparo e por meio desta com um número de identificação no sistema SAP de gestão da manutenção, os técnicos podem programar este reparo do equipamento no momento oportuno.

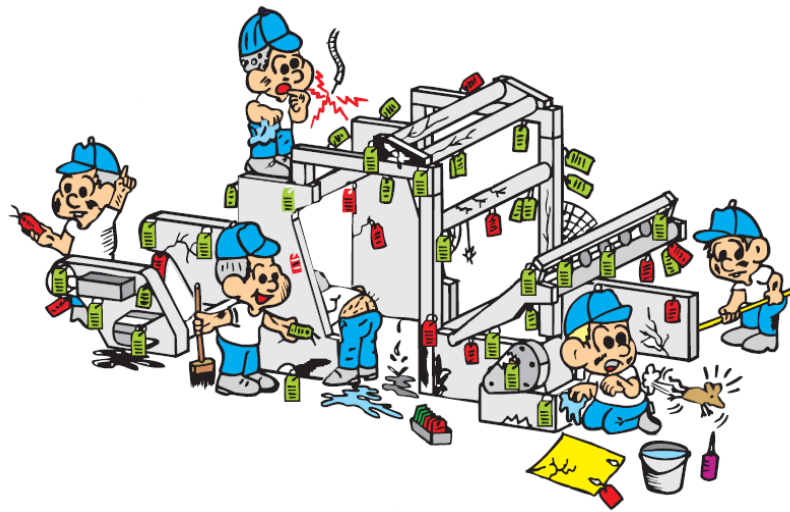


Figura 21: Restauração das condições de base.
Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

3.4 IDENTIFICAÇÃO DO PADRÃO ATUAL

Com os dados obtidos pelo desdobramento, coletaram-se as 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 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 compostas 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 que é uma forma de visualizar as atividades e onde ocorrem os gargalos e saturações operacionais. Com este diagrama identificou-se várias oportunidades para redução do 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 a obtenção de informações da próxima produção, preparação de bombas de tinta, caçapas e lâminas 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 22, as cores em vermelho representam o tempo ocioso onde o operador ficou parado ou aguardando atividades subsequentes. Os blocos nas cores em amarelo representam os deslocamentos de um ponto da máquina até outro, foi destacado desta forma para que posteriormente possa ser comparada a eliminação ou redução destes itens.

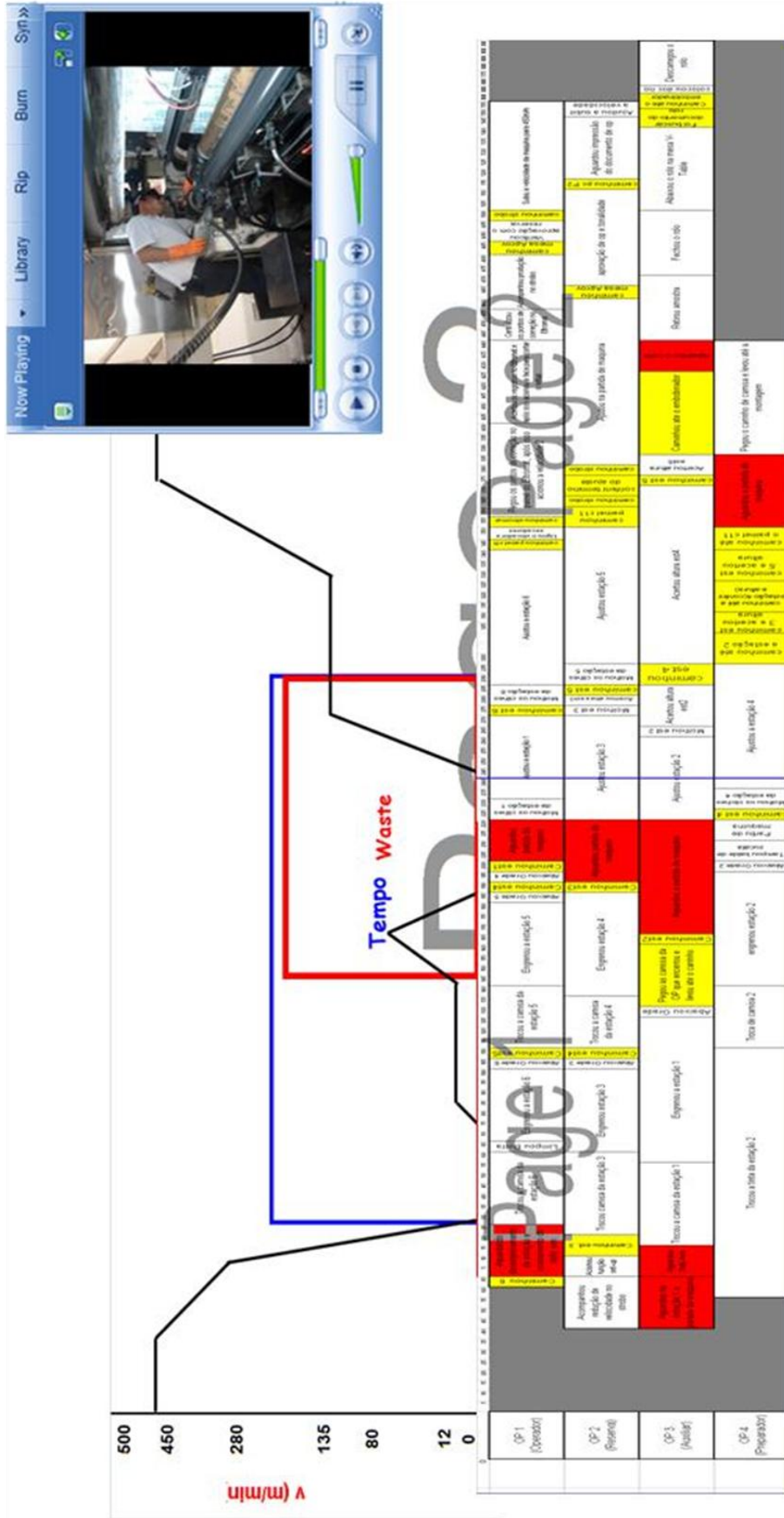


Figura 22: Diagrama homem-máquina.
 Fonte: Do Autor (2013).

3.5 REORGANIZAÇÃO E REBALANCEAMENTO

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 23.

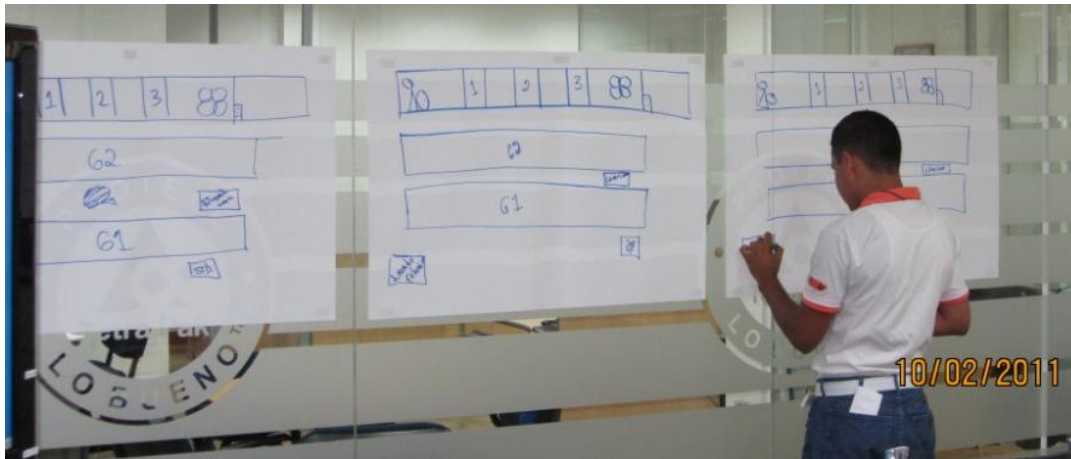
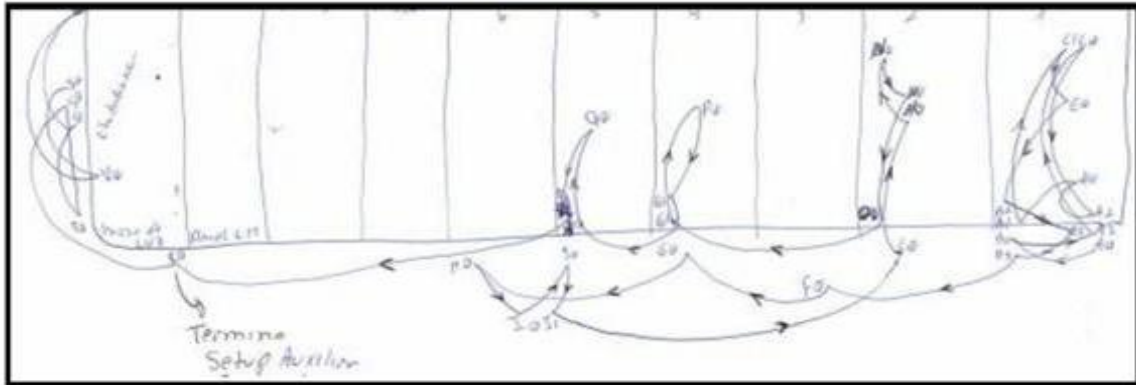


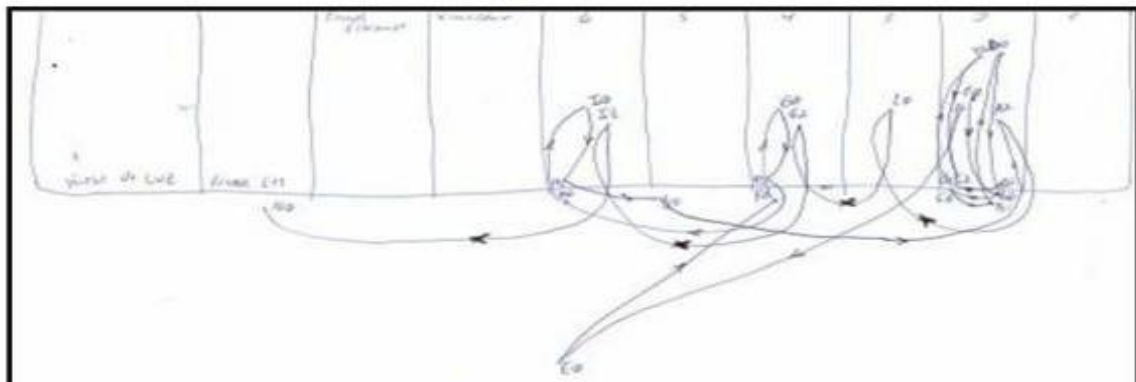
Figura 23: Desenvolvimento do Travel Chart dos operadores.
Fonte: Do Autor (2013).

Com essa ferramenta de análise evidenciou-se a desorganização e saturação de alguns operadores. Como mostra a figura 24, houve alta incidência de retorno a locais anteriormente percorridos, evidenciou-se as atividades e caminhadas sem valor agregado descritas na planilha de macro atividades.

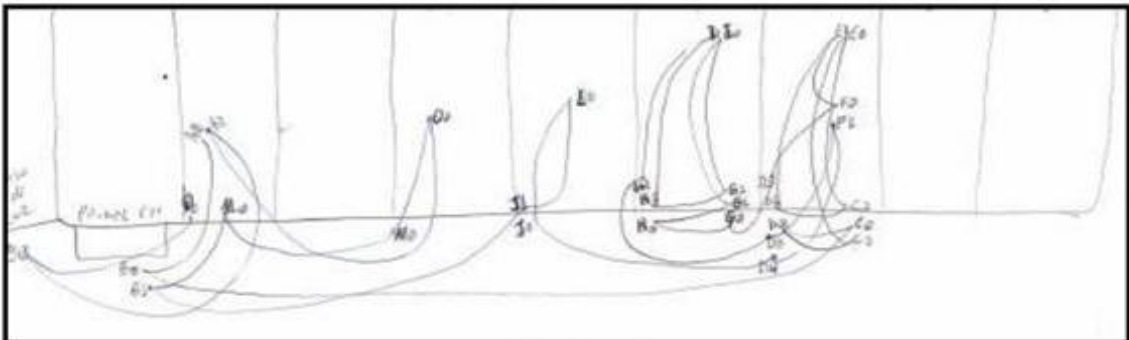
Auxiliar



Preparador



Reserva



Operador

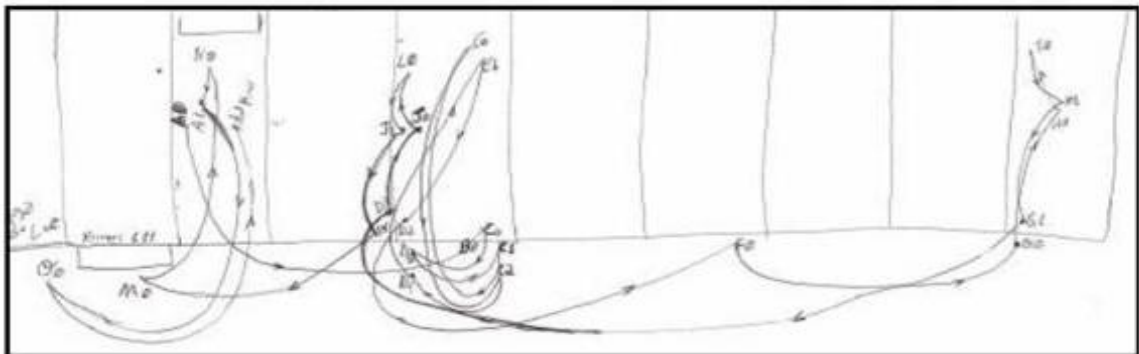


Figura 24: Travel Chart dos operadores – Antes.
 Fonte: Do Autor (2013).

3.6 ATUALIZAÇÃO DO DIAGRAMA DE CAMINHADA

Ao eliminar as atividades que não deveriam ser realizadas com a máquina parada e rebalancear a atividade entre os operadores obteve-se notória redução nos deslocamentos. Nota-se o quanto a caminhada do auxiliar reduziu em relação ao cenário anterior, como mostra a figura 25. A redistribuição e externalização de atividades obtiveram grande impacto na redução do tempo total do *SETUP* onde poderá ser referenciado posteriormente.

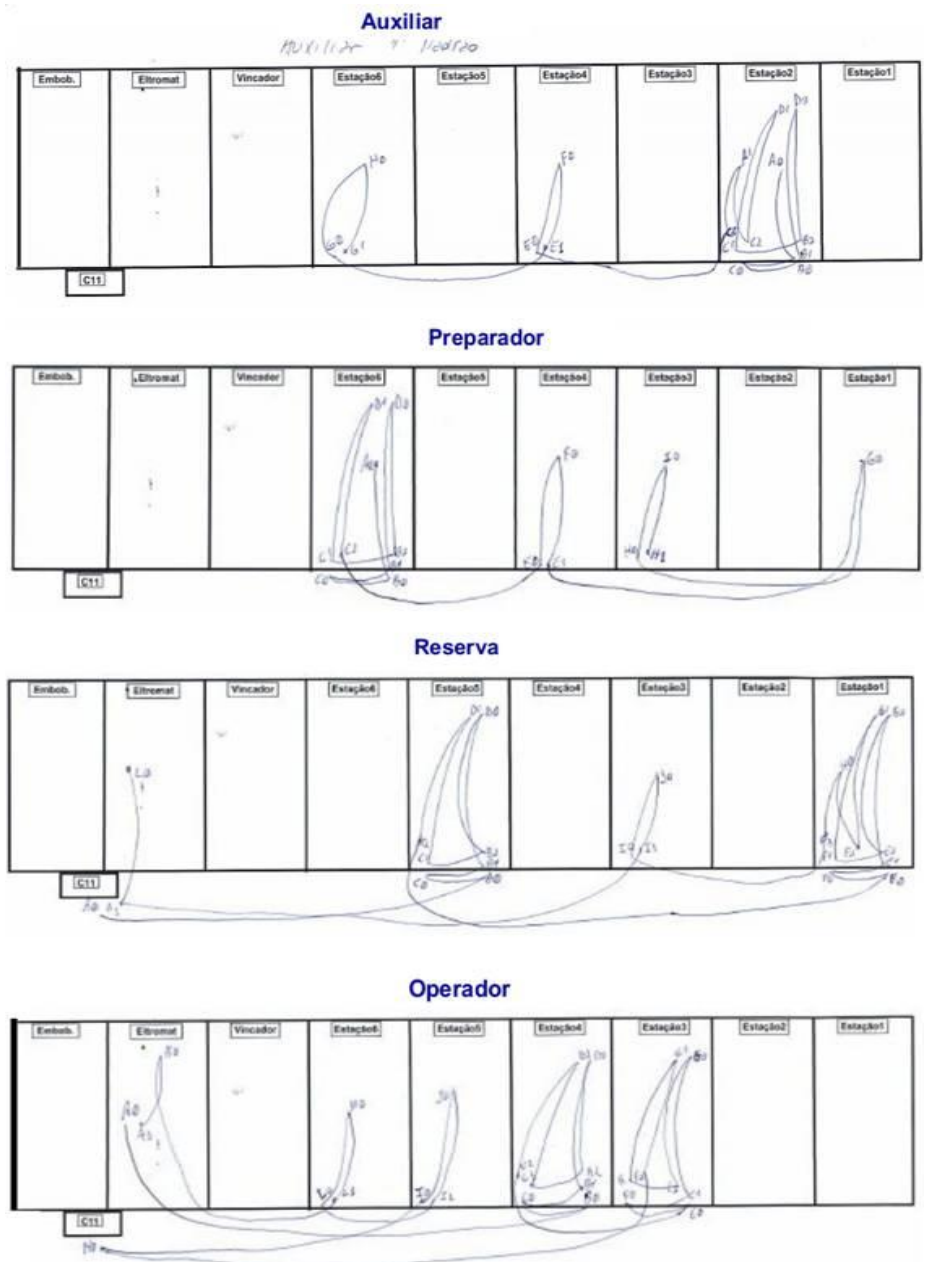


Figura 25: Travel Chart dos operadores - Depois.
Fonte: Do Autor (2013).

A figura abaixo 26 evidencia o quanto reduziu a caminhada do auxiliar, a linha vermelha representa a caminhada anterior ao rebalanceamento e externalização das atividades que foram consideradas inadequadas no setup interno e a linha verde representa a caminhada após estas melhorias aplicadas, houve redução de 46% neste percurso.

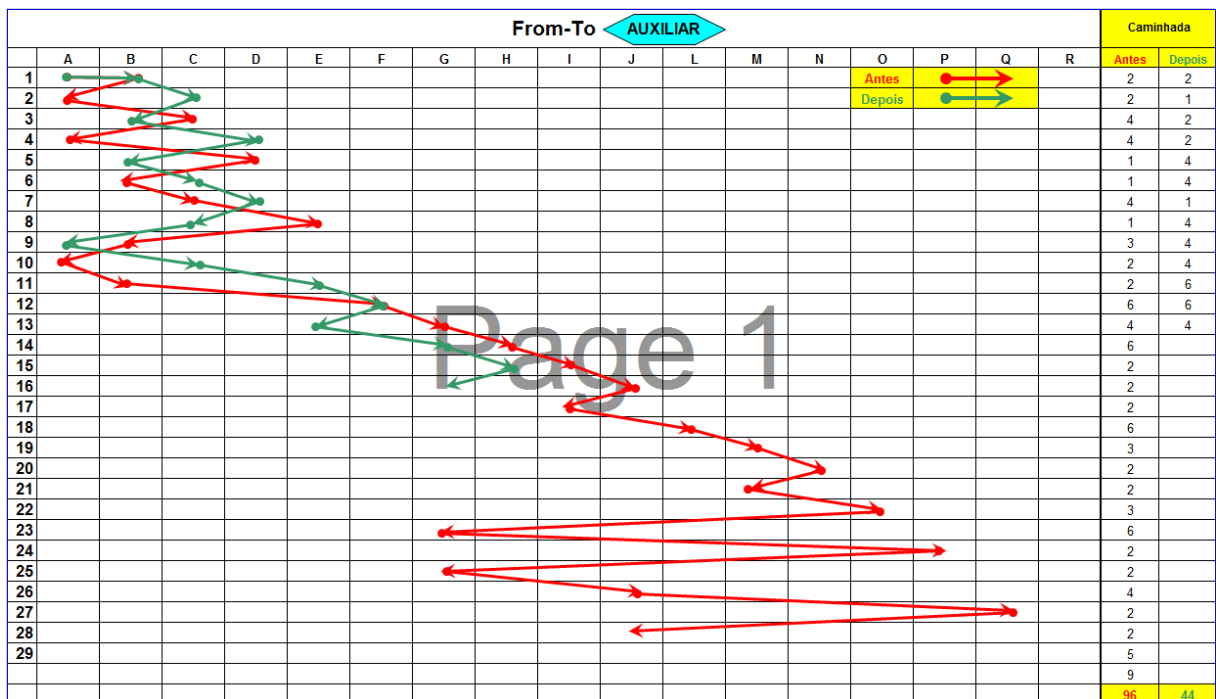


Figura 26: Redução de percurso.
Fonte: Do Autor (2013).

3.7 CLASSIFICAÇÃO DE SETUP INTERNO E EXTERNO

Utilizou-se de uma planilha padrão para controle de atividades e com as gravações, foram transferidas todas as ações realizadas de cada operador nesta planilha do início ao fim de cada gravação.

A primeira coluna corresponde à ordem de acontecimento das atividades, a segunda descreve-se o evento, na terceira insere-se o tempo cronometrado para esta atividade, a quarta e quinta coluna são essenciais para atingir o SMED, são classificadas as atividades como externas ou internas, item crucial para a redução do tempo de *SETUP*, visto anteriormente na figura 6. 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 27.

Nº	Descrição da Operação	Tempo	AI	AE	Aguardar	Deslocamento	Inspecção	Organização	Ajuste	NVA	VA
1	Trocou a tinta da estação 2	02:00	X						X		X
2	Troca de camisa	00:31	X						X		X
3	engrenou estação 2	00:53	X						X		X
4	Abaixou grade	00:01	X					X		X	
5	Tampou balde de sucata	00:08		X				X		X	
6	Levou balde até a estante da sun	00:13		X		X				X	
7	Aguardou a partida de maquina	00:12	X		X					X	
8	caminhou até a estação 4	00:08	X			X				X	
9	Molhou os cliches da estação 4	00:10	X						X	X	
10	Ajustou a estação 4	01:00	X						X		X
11	caminhou até a estação 6	00:06	X			X				X	
12	acertou a altura da estação 6	00:02	X						X		X
13	caminhou até a estação 5(confirir a altura)	00:07	X						X		X
14	caminhou até a estação 2(confirir a altura)	00:06	X						X		X
15	caminhou até a estação 3(confirir a altura)	00:09	X						X		X
16	caminhou até a estação 4(confirir a altura)	00:13	X						X		X
17	caminhou até a estação 6(confirir a altura)	00:12	X						X		X
18	caminhou até o painel c11	00:08		X		X				X	
19	Aguardou a partida de maquina	00:29		X	X					X	
20	Pegou o carrinho de camisa e levou até a montagem	00:58		X		X				X	
21	Tempo Total	07:46									

Figura 27: Estudo das macro atividades.
Fonte: Do Autor (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 28.

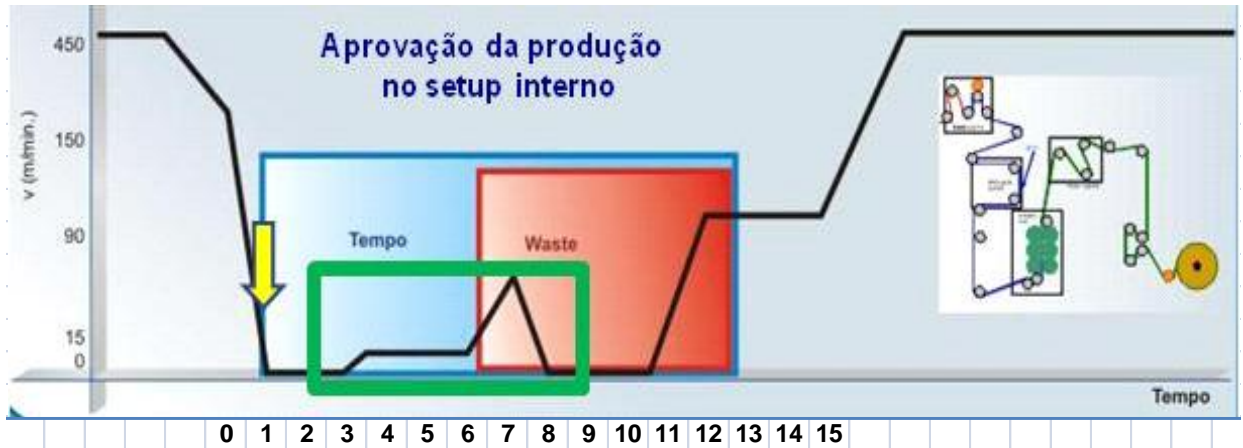


Figura 28: Aprovação no SETUP interno.
Fonte: Do Autor (2013).

Antes da alteração as seqüências das atividades do *SETUP* eram:

1. Redução de velocidade (E);
2. Corte da emenda no embobinador (E);
3. Parada de máquina (I);
4. Troca de ferramental e aumento de velocidade para ajuste de impressão (I);
5. Parada de máquina (I)
6. Aprovação da arte nova (I);
7. Partida de máquina (I);
8. Retorno a velocidade de cruzeiro a 450 metros por minuto (E).

Alterou-se a parada da emenda na máquina e mantiveram-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 29. Esta modificação tornou possível a redução no desperdício de material impresso, onde 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 onze 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*.



Figura 29: Aprovação externalizada.
Fonte: Do Autor (2013).

Após a alteração no processo de emenda;

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

3.9 REORGANIZAÇÃO DAS ATIVIDADES

Com a planilha de macro atividades 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 então todo material auxiliar necessário ao colocá-los próximo do local utilizado, como visto nas figuras 30, 31, 32 e 33, facilitando a troca rápida dos equipamentos e eliminando a procura por materiais, impactando diretamente na redução do tempo total das atividades internas de *SETUP*.



**Figura 30: Tinteiro próximo ao local da troca.
Fonte: Do Autor (2013).**



**Figura 31: Engrenagens próximas ao local de troca.
Fonte: Do Autor (2013).**



**Figura 32: Itens de fácil localização.
Fonte: Do Autor (2013).**



Figura 33: Parafusadeira pneumática próxima as portas.
Fonte: Do Autor (2013).

3.10 DEFINIÇÃO DO PADRÃO PROVISÓRIO E TREINAMENTO OPERACIONAL

Após varias oportunidades de melhoria identificadas como organização do layout da área e eliminação das anomalias evidentes, criou-se um padrão provisório (figura 34) para realizar o treinamento da equipe de operadores.

Instrução de Trabalho		Tema (atividade): <u>Set up</u> troca de camisa com duas trocas de tintas e duas trocas de <u>Doctor Blade</u>			1	
Operacional		Processo: Impressão	Sistema:			
Fábrica: <u>Nº/Rev:</u>		Linha: Impressora 11	Sub-sist:			
		Máquina:	Componente:			
Elaborador: Eduardo Pereira Silva, Ricardo Silva		Perda:	Aprovação:		Vencimento:	
Aprovador:						
Definições:						
Descrição última alteração:						
1- Aplicação: Padronizar <u>setup</u> de troca de camisa.						
2- EPI's/ EPC's: Boné, Tênis com biqueira, uniforme padrão, luva de latex, luva pigmentada, óculos de segurança e protetor auricular.						
3- Materiais/ Ferramentas utilizados: Pescadores, câmaras Doctor Blade, carrinho transportador e faca plástica.						
4- Detalhamento – Padronizar <u>setup</u> 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.
1- Verificar informações da próxima OP	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de aço.	Operador Preparador e auxiliar	Setup Externo	Verificar no P2 e na documentação da próxima OP preparada, informações sobre tinta, papel, picote/pph.		Meio Ambiente Segurança Qualidade Custo: IT(538)
2- Verificar informações referentes ao tipo do setup a ser executado;	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de aço.	Todos	Antes do último rolo	Cada operador deve verificar sua atividade dentro do setup conforme distribuição do Travel Chart em cada tipo de setup		Opj 3969; Opj 3971; Opj 3972; Opj 3973; Opj 3974.
3 – Reduzir a velocidade para parada da máquina	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de aço.	Operador e Reserva	Último rolo	Baixar a velocidade à 280m/min para emenda parar na saída do PBIl. Toda redução o reserva deve estar no strobo acompanhando a qualidade		

Figura 34: Padrão provisório.
Fonte: Do Autor (2013).

Foi elaborado um novo diagrama homem-máquina (figura 36) para facilitar o treinamento e a gestão visual do novo procedimento. Neste diagrama pode-se observar que grande parte dos blocos de tempos ociosos e deslocamentos que ocorriam no *SETUP* interno da máquina foram eliminados ou transferidos para o *SETUP* externo.

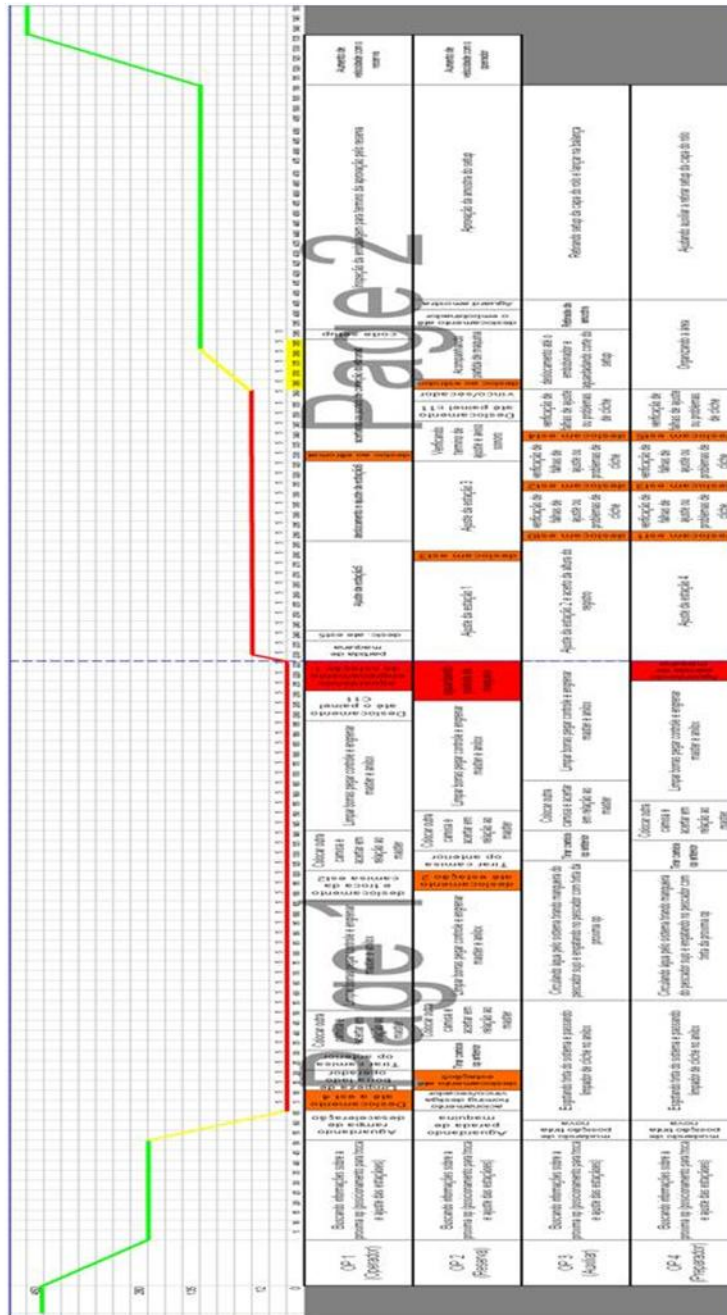


Figura 35: Diagrama homem-máquina do padrão provisório.
Fonte: Do Autor (2013).

Com agendamento prévio, reuniu-se a equipe de operadores em uma sala com multimídia e após uma breve explicação sobre os objetivos das atividades

realizadas pelo grupo tarefa sobre a alteração do padrão atual, realizou-se o treinamento do procedimento provisório (figura 36) e 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.



Figura 36: Treinamento operacional.
Fonte: Do Autor (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, 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 5W1H, 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.

Abaixo os campos do ISHIKAWA e 5 Porquês serão preenchidos pelo operador juntamente com um analista de processo para identificação das causas fundamentais da anomalia, conforme visto na figura 37.

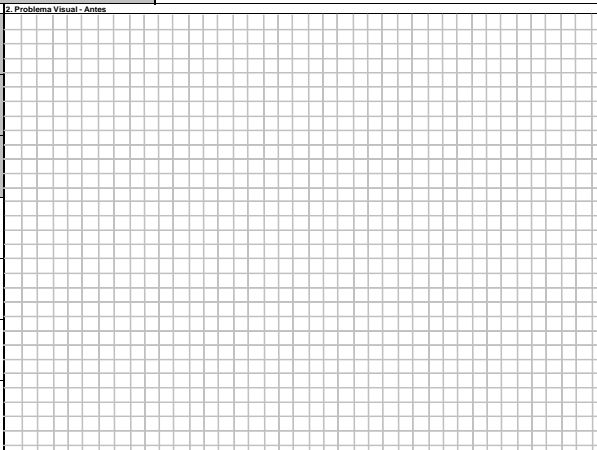
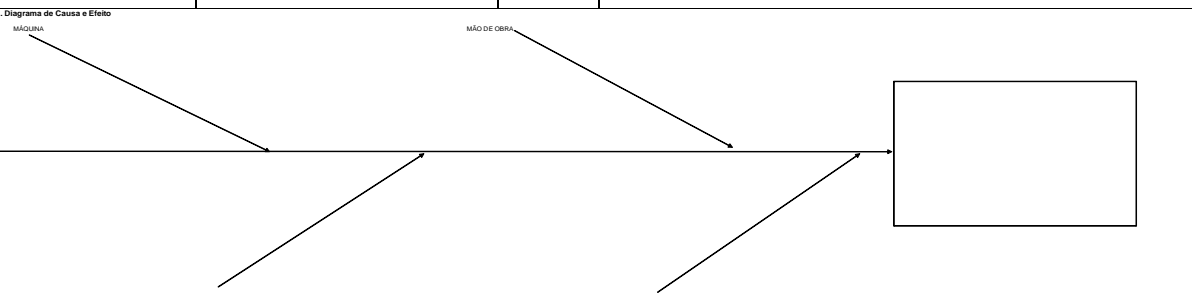
ANÁLISE DE ANOMALIAS																																																																																																																																		
Data e Hora:		Tipo de Análise:			Tempo / Metragem perdida:			Operador Responsável pela Abertura do Formulário:																																																																																																																										
Processo / Linha / Máquina / Sistema / Subsistema ou Equipamento / Componente:				Problema (Modo de Falha / Defeito / Perda):			Membros da Análise:																																																																																																																											
1. Problema / Fenômeno: 1-O que aconteceu? (Como está a máquina após o problema? O que vemos de diferente na máquina?) 2-Onde aconteceu? (Estação, sistema ou componentes da máquina - quanto mais específico melhor será direcionada a análise). 3- Quando aconteceu? (Em que fase do setup ocorreu o problema? Não colocar set up, e sim, puxada, partida, etc.) 4-O problema pode ser relacionado à habilidade? (A falha está relacionado ao operador, manutentor, turno?) 5-Existe tendência na ocorrência deste problema? (Tipo de papel, design, volume, etc.) 6- Como ocorreu a falha? (Decrever de que forma a máquina e/ou operador se comportou para gerar o problema)					2. Problema Visual - Antes 																																																																																																																													
DESCRÇÃO DO PROBLEMA (6-1-2-3-4-5): <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>																																																																																																																																		
3. Princípio de funcionamento e operação <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">Operação</th> <th style="width: 40%;">Descrição</th> <th style="width: 40%;">Regras / Padrões</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>			Operação	Descrição	Regras / Padrões																			4. Melhorias - Depois <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>																																																																																																										
Operação	Descrição	Regras / Padrões																																																																																																																																
5. Diagrama de Causa e Efeito																																																																																																																																		
																																																																																																																																		
7. 5 Por Qué? <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">Nº</th> <th style="width: 15%;">POR QUÊ?</th> <th style="width: 15%;">POR QUÊ?</th> <th style="width: 15%;">POR QUÊ?</th> <th style="width: 15%;">POR QUÊ?</th> <th style="width: 15%;">POR QUÊ?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					Nº	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?																																																													8. Plano de Ações <table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">O QUE?</th> <th style="width: 5%;">COMO?</th> <th style="width: 5%;">ONDE?</th> <th style="width: 5%;">QUEM?</th> <th style="width: 5%;">QUANDO?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>					O QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?																																																		
Nº	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?	POR QUÊ?																																																																																																																													
O QUE?	COMO?	ONDE?	QUEM?	QUANDO?																																																																																																																														

Figura 37: Folha de análise de anomalia.
 Fonte: Disponibilizado pela empresa (2013).

3.12 ANÁLISE DE ANOMALIA

Logo abaixo se observa um exemplo do preenchimento de uma folha de análise de anomalia por um operador (figura 38), o mesmo relata problemas de variação de registro onde ocasionaram desalinhamento no design da embalagem do cliente logo após a partida da máquina. Isto ocasionou o aumento na perda de metragem de papel e por consequência aumentou-se o tempo de *SETUP*.

ANÁLISE DE ANOMALIAS - Fábrica de Ponta Grossa		0014
Data: 01/08/2014 Nome: Vitor Função: Analista Sênior de Setup	Tempo (horas) usado: 1,21 Tempo (min) + 0,45 min. restante: 1,66 Quantidade produzida: 10000 Quantidade planejada: 10000	Dependência: Responsável pelo Análise de Anomalia
Descrição do Problema: Anomalia não corrigida no Setup ocasionando variação de registro e desalinhamento.	Número do Produto: 340-01	Nome do Cliente: Fidejato
1. Qual a descrição do problema? (Descreva o que aconteceu, o que foi observado, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)	2. Onde ocorreu o problema? (Descreva o local onde ocorreu o problema, o equipamento utilizado, o operador responsável)	3. Qual a causa raiz do problema? (Descreva a causa raiz do problema, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)
4. Qual a descrição do problema? (Descreva o que aconteceu, o que foi observado, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)	5. Onde ocorreu o problema? (Descreva o local onde ocorreu o problema, o equipamento utilizado, o operador responsável)	6. Qual a causa raiz do problema? (Descreva a causa raiz do problema, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)
7. Qual a descrição do problema? (Descreva o que aconteceu, o que foi observado, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)	8. Onde ocorreu o problema? (Descreva o local onde ocorreu o problema, o equipamento utilizado, o operador responsável)	9. Qual a causa raiz do problema? (Descreva a causa raiz do problema, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)
10. Qual a descrição do problema? (Descreva o que aconteceu, o que foi observado, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)	11. Onde ocorreu o problema? (Descreva o local onde ocorreu o problema, o equipamento utilizado, o operador responsável)	12. Qual a causa raiz do problema? (Descreva a causa raiz do problema, o que foi feito para corrigir o problema, o que foi feito para evitar que o problema se repita)

Antes

 Depois

Foi possível a base pl. direita pl. melhorar a orientação.

Janela El. manual. Espaço 4

Base manual no espaço

Base diferente para direita

Figura 38: Folha de análise de anomalia preenchida.
 Fonte: Do Autor (2013).

À medida que ocorriam os *SETUPS* com anomalia, o grupo coletou as informações e criou-se um *deployment* destas anomalias de maior ocorrência (gráfico 6). Com ele foi possível fazer o entendimento da situação e realizar um estudo mais aprofundado no fluxo de produção onde as mesmas ocorriam e através da análise dos cinco porquês, erradicar seu princípio em sua causa raiz.

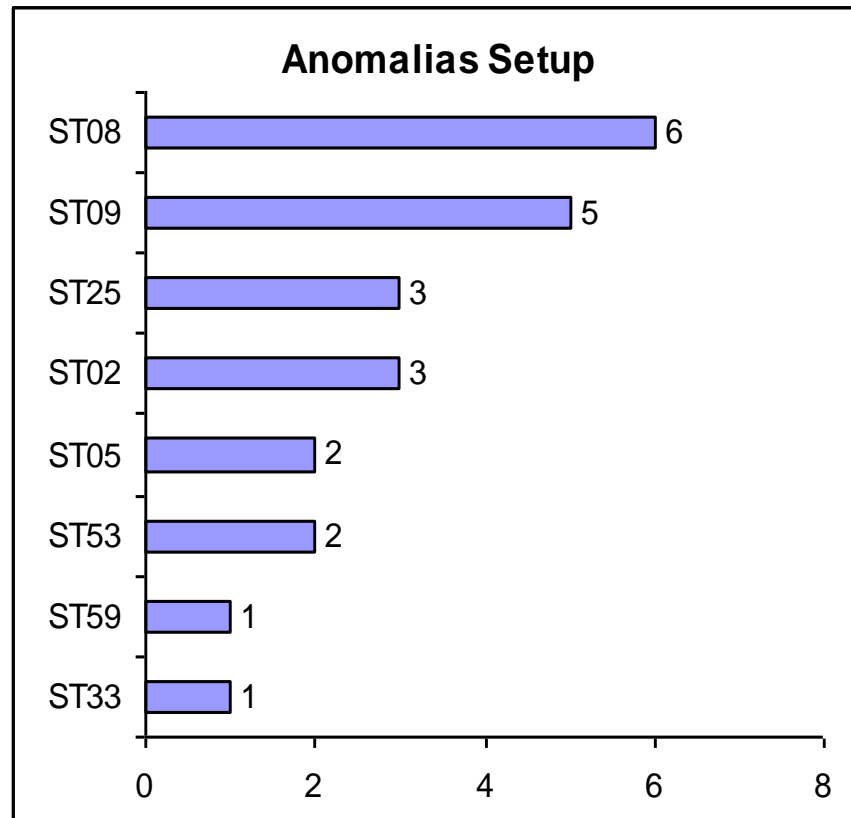


Gráfico 6: Deployment das perdas no SETUP.
Fonte: Do Autor (2013).

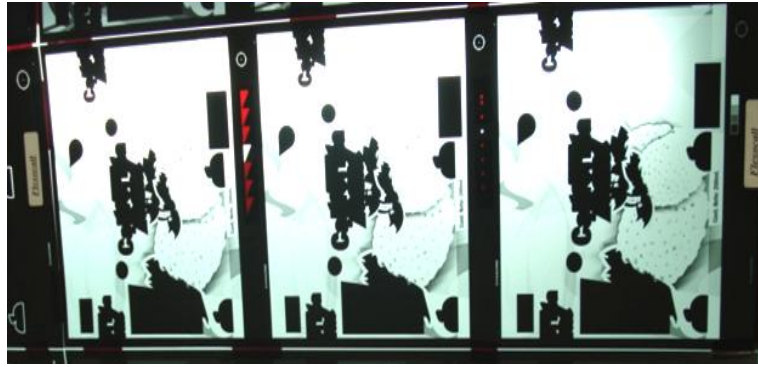
3.13 ELIMINAÇÃO DAS ANOMALIAS

Após a realização das análises criou-se um plano de ações para controle do grupo, conforme visto na figura 39.

PLANO DE AÇÕES					
#	DATA	AÇÃO	PRAZO	Responsável	STATUS
1	08/10/2011	Criar planta Plotter 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 acionamengto 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 clichê	14/12/2011	Sandro	Finalizada

Figura 39: Plano de ação.
Fonte: Do Autor (2013).

A seguir seguem alguns exemplos de anomalias identificadas nos processos anteriores que impactavam no processo de impressão, no caso a fabricação do clichê na pré-impressão, como a falta de padrões nos filmes a serem revelados (figura 40) e montagens fora do alinhamento (figura 41). Os pontos que são a referência de correção dos registros da máquina foram montados em alturas diferentes ocasionando perda de material.

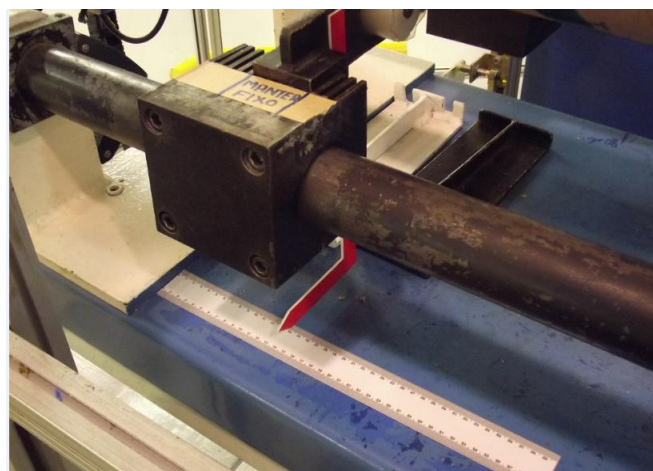


**Figura 40: Filme com registros de correção fora do padrão.
Fonte: Do Autor (2013).**



**Figura 41: Falha na montagem dos clichês, duas imagens de embalagens.
Fonte: Do Autor (2013).**

Instalados sistemas de fixação rápida para os suportes dos tubetes, evitando perda de tempo em ajustes, conforme figura 42.



**Figura 42: Suporte com fixação rápida.
Fonte: Do Autor (2013).**

Padronizado o grau de posicionamento da torres de desbobinamento de papel de acordo com o *quality size* (tamanho de embalagens) e medidas úteis a serem produzidos conforme visto na figura 43.



Figura 43: Grau de posicionamento da torres de desbobinamento.
Fonte: Do Autor (2013).

As melhorias implementadas foram documentadas na biblioteca eletrônica da fábrica em formatos de lições de um ponto de melhorias comparando o antes e depois, conforme visto na figura 44.


<u>Lição de um Ponto</u>		Tema: Suporte para ferramentas do Desbobinador VTV 12	
Melhoria		Processo: Impressão	Perda:
Fábrica:		Linha:	Sub-sist:
Elaborada por:		Máquina:	Componente:
Aprovada por:		Sistema:	Aprovação: 26/08/2011
Descrição da última alteração:			
A N T E S			D E P O I S
	Ferramentas ficavam desordenadas criando aspecto negativo no local.		
	Melhor mobilidade dos operadores e local está sempre organizado mantendo área dentro dos padrões de 5 S.		
	Criado suporte único para todas as ferramentas utilizadas no local, devendo sempre o local organizado e dentro dos padrões de 5 S.		
Benefício	Melhor mobilidade dos operadores e local está sempre organizado mantendo área dentro dos padrões de 5 S.		
Especificação			
Fabricante	interno		
Modelo			
Impacto			
Outras Informações	Nome/Nº: Desenho		
	Accessórios		
	+1- Confeccionado com material reciclado.		
	+2-		
	+3-		
	+4-		
	+5-		
	+6-		

Figura 44: Exemplo de lição de um ponto.
Fonte: Do Autor (2013).

Foram desabilitadas algumas funções do PLC que anteriormente levavam a máquina entrar em *quick stop* (parada rápida) e perder a tensão (figura 45), assim evitou-se que o cilindro conectado ao *encoder* da máquina o qual fornece referência para o contador de metragem continue rodando e perca a referência de metragem.

Como a máquina não entra em *quick stop*, esta não é reiniciada e não perde suas referências de metragem, garantiu-se que a faca do embobinador receba o sinal para realizar o corte assim que a emenda passa pela mesma.

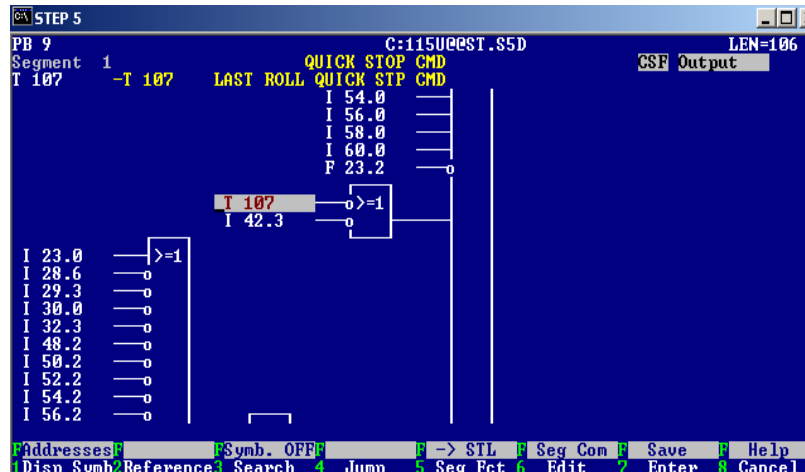


Figura 45: Melhoria no programa do PLC da máquina.
Fonte: Do Autor (2013).

3.14 DEFINIÇÃO DOS METODOS DE REGULAGENS

Para obter maiores ganhos, separaram-se as atividades em micro-atividades para que fosse possível enxergar as atividades NVA (*No Value Added*) de não valor agregado. Para esta fase, escolheu-se a etapa de partida de máquina onde 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 às diferentes técnicas utilizadas entre os turnos ao realizar ajustes de posicionamento dos pontos de correção das unidades de impressão. Conforme visto no destaque do diagrama homem-máquina da figura 46.

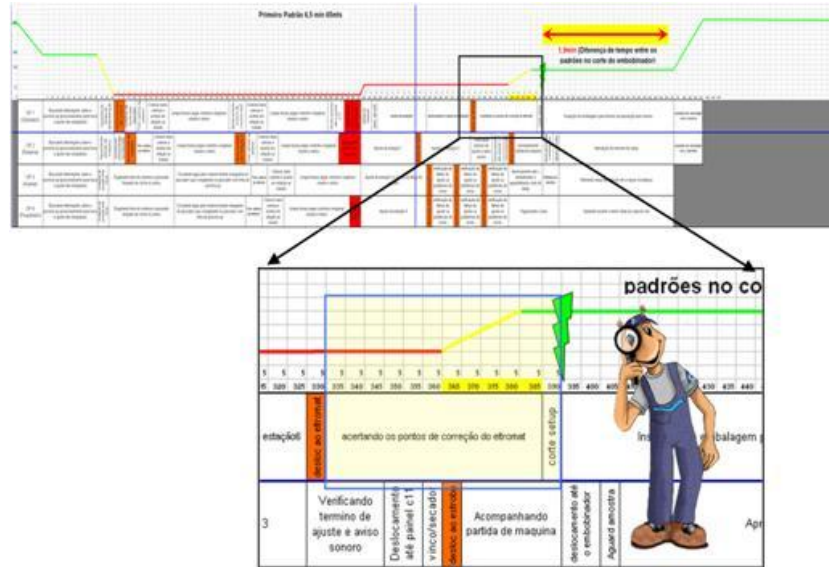


Figura 46: Análise de micro-atividade do diagrama homem-máquina.
Fonte: Do Autor (2013).

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 (figura 47) na tela do Eltromat, o que levou a redução do tempo de ajuste e conseqüentemente, redução na perda de material impresso com variação de registro.

A figura 48 detalha o modo com que a operação corrigia os registros em vermelho e após a padronização da seqüência de correção em verde o que auxiliou na redução de alguns minutos do tempo e metragem de papel segregado durante esta etapa de aceleração da máquina.

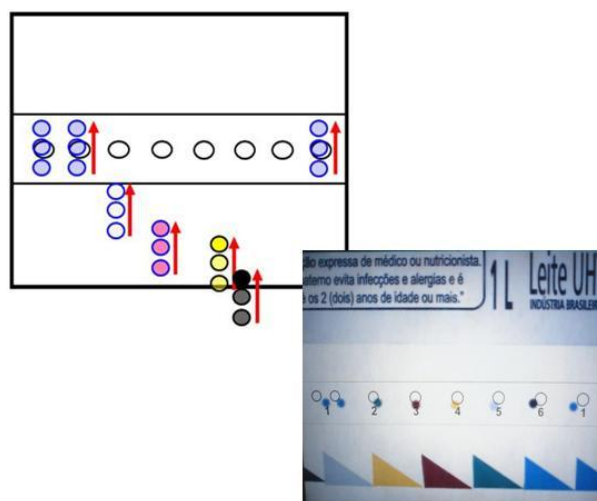


Figura 47: Gabarito de correção – Tela do Eltromat.
Fonte: Do Autor (2013).

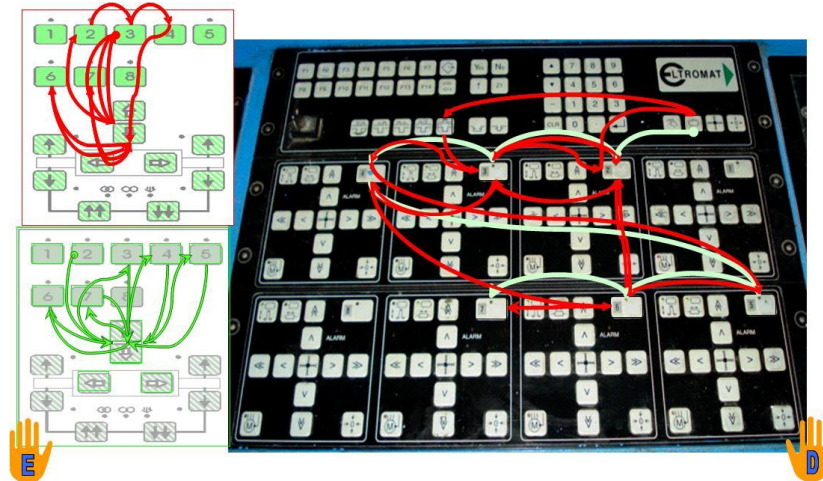


Figura 48: Sequência de ajuste padronizada – Painel de correção.
Fonte: Do Autor (2013).

3.15 ELIMINAÇÃO DAS REGULAGENS

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, conforme figura 49, 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*.

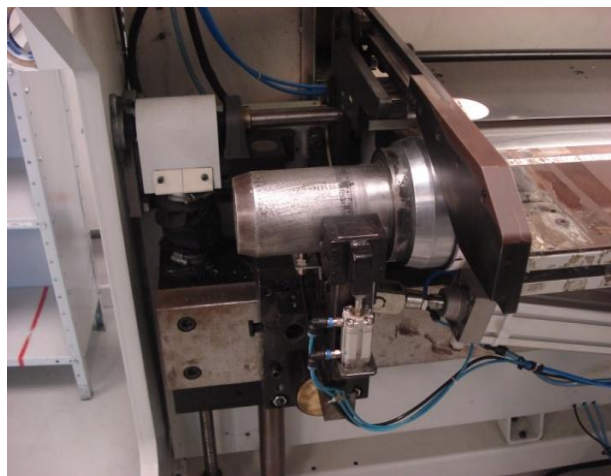


Figura 49: Trava instalada na máquina de montagem.
Fonte: Do Autor (2013).

3.16 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, instruindo a melhor forma de executar as atividades de setup interno e externo figura 50 e 51.



Lição de um Pontc		Tema: Gabarito dos pontos eltromat	
Conhecimento Básico		Processo: Impressão	Perda:
Fábrica:	Nº:	Linha: Impressora 11	Sub-sist: Componente:
Elaborada por: Eilando Silva		Máquina: Eltromat	Aprovação: 30/10/2007
Objetivo: Alertar operadores quanto a posição ideal para os pontos de correção do eltromat		Vencimento:	
<p>Para contribuir com a redução da metragem dos setups troca de camisa nas partidas de máquina, colocamos um gabarito (Fig 1) no monitor do eltromat para identificar a posição exata de cada ponto de correção das estações, isto nos ajudou a identificar problemas como pontos invertidos, nos aumentos de velocidade nos ajudou a posicionar os pontos em sua correta posição longitudinal e transversal através do joystick de controle geral das estações (Fig 2) antecipando a correção do eltromat.</p>			
			

Figura 50: Documento sobre padronização da correção.
Fonte: Do Autor (2013).




Instrução de Trabalho		Tema (atividade): Set up troca de camisa com duas trocas de tintas e duas trocas de Doctor Blade			1	
Operacional		Processo: Impressão	Sistema:			
Fábrica		Linha: Impressora 11	Sub-sist:			
Nº/Rev:		Máquina:	Componente:			
Elaborador: Eduardo Pereira Silva, Ricardo Silva		Perda:	Aprovação:		Vencimento:	
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 pigmentada, 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 aço.	Operador Preparador e auxiliar	Setup Externo	Verificar no P2 e na documentação da próxima OP preparada, informações sobre tinta, papel, picote/pph.		Conforme IT (538)
2 - Verificar informações referentes ao tipo do setup a ser executado;	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de aço.	Todos	Antes do último rolo	Cada operador deve verificar sua atividade dentro do setup conforme distribuição do Travell Chart em cada tipo de setup		Opl 3969, Opl 3971, Opl 3972, Opl 3973, Opl 3974.
3 - Reduzir a velocidade para parada da máquina	Óculos, Protetor auricular, tênis com biqueira de aço.	Operador e Reserva	Último rolo	Baixar a velocidade à 280m/min para emenda parar na saída do PBI. Toda redução o reserva deve estar no strobo acompanhando a qualidade		

Figura 51: Procedimento operacional definitivo.
Fonte: Do Autor (2013).

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 conforme figura 52.

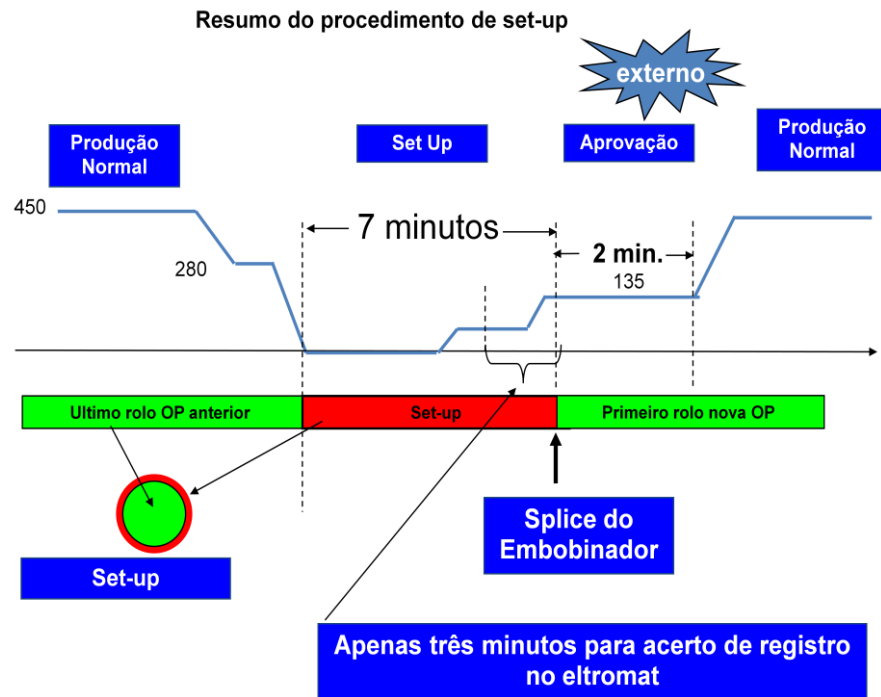


Figura 52: Padrão das velocidades de parada e partida da maquina.
Fonte: Do Autor (2013).

A figura 53 apresenta a evolução entre os diagramas homem-máquina, antes e depois, destacando-se a eliminação de atividades NVA, observa-se que na figura abaixo, com o tempo médio de 6,5 minutos, grande parte dos deslocamentos representados pela cor laranja e tempos ociosos representados pelas cores em vermelho foram eliminados.

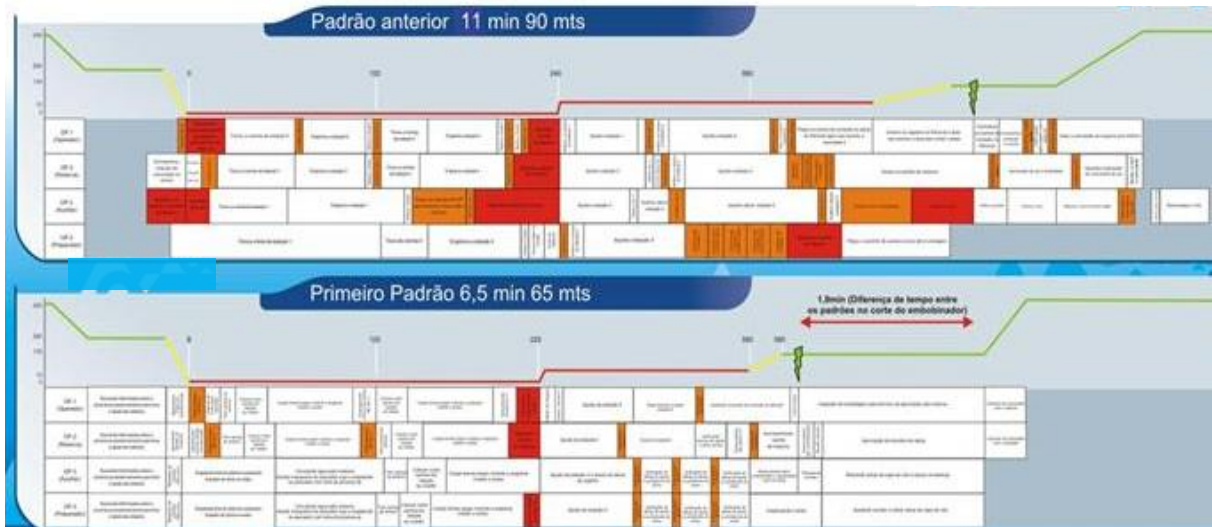


Figura 53: Comparação entre os diagramas homem-máquina antes e depois.
Fonte: Do Autor (2013).

3.17 RESULTADOS OBTIDOS

Com as alterações em vigor baseadas em um 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, observa-se pelo gráfico 7 a redução em 32% do material segregado necessário para produção da primeira embalagem com qualidade.

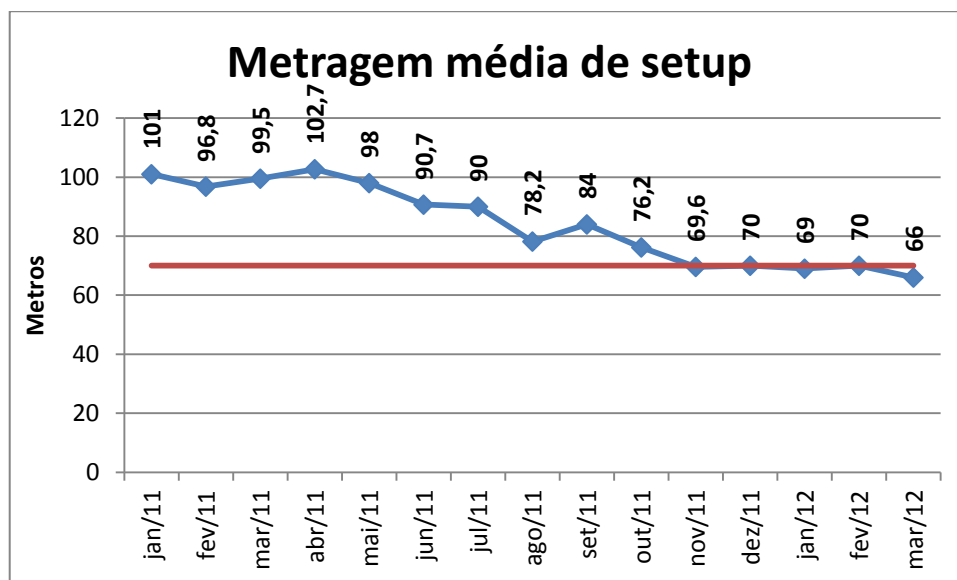


Gráfico 7: Evolução do indicador de desperdício de papel em metros.
Fonte: Do Autor (2013).

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 7 minutos, atendendo o objetivo principal do SMED que é obtenção de tempos de troca de ferramental abaixo de dois dígitos, redução de 36% no tempo médio dos *SETUPS*. A gráfico 8 ilustra a redução acentuada do tempo de *SETUP* no período de aplicação do estudo de caso.

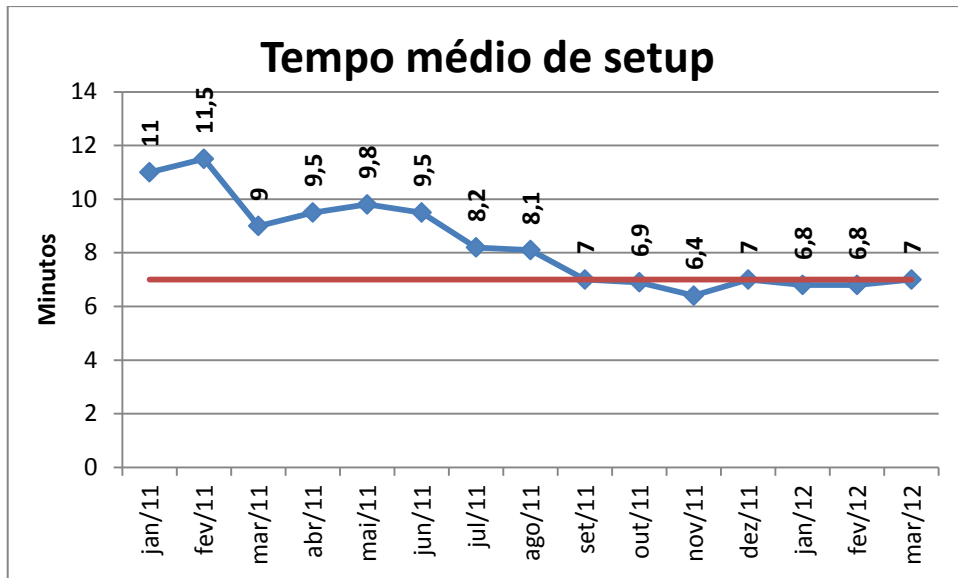


Gráfico 8: Evolução do indicador de tempo de SETUP em minutos.
 Fonte: Do Autor (2013).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfoque do estudo de caso baseou-se na questão operacional da metodologia SMED em uma empresa do ramo de embalagens de Ponta Grossa – Paraná, com o objetivo principal da apresentação de 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 36% do tempo de troca de ferramental comparado ao início do trabalho do grupo.

Quanto à empresa, obteve-se redução do custo operacional, devido à redução no *Waste* da fábrica, acréscimo da disponibilidade de máquina em até 10 dias de produção pela redução no tempo de *SETUP*, ou seja, maior capacidade de produção, aumento no indicador de Eficiência Global do Equipamento (OEE), maior confiabilidade em seu *Lead Time* e *Perfect Delivery*.

Em relação à operação de máquina, podem-se citar efeitos positivos que contribuíram na satisfação dos funcionários, primeiramente por tornassem referencial dentre as fábricas do grupo como o melhor time de operadores nos indicadores de tempo e metragem utilizada para o *SETUP*, diminuição do percurso realizado durante as trocas de ferramental, a utilização dos 5S proporcionou aumento da segurança do local de trabalho, pela obtenção de uma área mais organizada e limpa, os riscos de segurança foram reduzidos, os treinamentos adequados e trocas de experiências para definição de um padrão atendeu as necessidades dos envolvidos, fatores estes que contribuíram para melhorar a sinergia do grupo e transformá-los em uma equipe de alta performance.

Este padrão desenvolvido na planta de Ponta Grossa-PR como o diagrama homem-máquina, procedimento operacional e vídeos criados para treinamento estão sendo incorporado por outras 29 fábricas do mesmo grupo ao redor do mundo, tendo em vista a facilidade de aplicação, baixo investimento e retorno pelo impacto positivo nos indicadores de processo.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa seis Sigma**. NOVA LIMA: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2006

BORNIA, Antônio Cezar. **Mensuração das perdas de um processo produtivo: uma abordagem metodológica de controle interno**. Tese (Doutorado de Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 1995 PPGE/UFSC.

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.

DELAROLI, Yasmin. **OEE - Overall Equipment Effectiveness - Eficiência Geral De Máquinas**. Scrib. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/159592017/OEE-Overall-Equipament-Effectiveness-Eficiencia-Geral-de-Maquinas>>. Acesso em: 18 Fev. 2014.

FALCONI, Vicente. **Controle da Qualidade Total**. RIO DE JANEIRO: Bloch Editores S.A, 1994

FALCONI, Vicente. **Gerenciamento da rotina do trabalho do Dia-a-Dia**. NOVA LIMA: INDG Tecnologia e Serviço Ltda, 2004

FOGLIATTO, Flávio Sanson; FAGUNDES, Paulo Ricardo Motta. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 10, n. 2, ago. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-530X2003000200004&lng=pt&nrm=iso>. Acessos em 06 mar. 2014.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GOTOH, Fumio. **Equipment Planning for TPM**. OREGON: Productive Press Inc, 1991

KANNENGERG, G. **Proposta de sistemática para implantação de Troca Rápida de Ferramentas**. Porto Alegre, 1994 - Dissertação de Mestrado em Engenharia da Produção – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

METAPRINTART. **Modelo de uma impressora flexográfica**. Disponível em: <http://www.metaprintart.info/tecnologie-della-stampa-e-del-packaging/labelpack/5974-novita-flexo-per-scatole-e-astucci-pieghevoli/> Acesso em: 18 Fev. 2014.

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.

SHINGO, Shigeo. **Sistema de Troca Rápida de Ferramental**. PORTO ALEGRE: Editora Bookman, 2000.

SHINGO, Shigeo. **A Revolution in Manufacturing: The Smed System**, Productivity Press, 1985.

SCARPETA, Eudes. **Flexografia, Manual Prático**, SÃO PAULO: Editora Bloco de Comunicação Ltda, 2007

JIPM INSTITUTE. **Total Productive Managment**, JAPAN, Japan Institute Plant Maintenance, 1999