

Redução do tempo setup de máquinas em linha com fluxo em lote utilizando os conceitos de SMED através de método Gemba Kaizen em uma indústria de embalagens plásticas

Bruna Rosso Bez Fontana (Universidade Federal de Santa Catarina) brunarbf@gmail.com
Caetano Fontana Bez Batti (Universidade Federal de Santa Catarina) caetanofontana@gmail.com
Édio Antônio Facchini (Universidade Federal de Santa Catarina) ediofacchini@gmail.com
Fernando Antônio Forcellini (Universidade Federal de Santa Catarina) forcellini@gmail.com
Flávio André Kaminishi (Universidade Federal de Santa Catarina) fkaminishi@gmail.com

Resumo:

Este artigo apresenta o desenvolvimento de um projeto prático baseado no método de pesquisa conhecido como Pesquisa e Ação, onde se procurou a redução do tempo de preparo, ou tempo de troca, através do desenho do trabalho padronizado. Este artigo traz fundamentações teóricas, bem como uma contribuição de uma aplicação em uma indústria manufatureira de embalagens de tubos plásticos. Tempo de *setup* curto é um elemento essencial dentro das ferramentas do lean, tais como, fluxo unitário, *Just-in-Time* (JIT), *kanban* entre outros. Como metodologia conceitual foram utilizadas o Single Minute Exchange of Die (SMED) do Shigeo Shingo, e, a gestão da mudança através do método *Gemba Kaizen* de Masaaki Imai. A aplicação destes métodos permitiu à empresa responder mais rapidamente a mudanças de volume e variedade da demanda, resultando em aumento de flexibilidade, de produtividade e, conseqüentemente, em ganhos monetários. A redução obtida no caso prático foi de 40% da média histórica de tempo *setup*.

Palavras chave: Setup, SMED, *Gemba Kaizen*, Manufatura Enxuta, Embalagens Plásticas

Setup Time Reduction in line machines by batch flow using the concepts of SMED through the methods of Gemba Kaizen in a plastic packaging industry

Abstract

This paper presents the development of a project by creating a standard work to reduce the machine preparation time, or changeover, based on research methodology known as Action Research. The paper brings theoretical and practical contributions besides the application of the developed methodology in the plastic tube-manufacturing sector. Short *setup* time is an essential element for the effective implementation of many lean tools, i.e., one-piece-flow, *Just-in-Time* (JIT), and *kanban*. The concept methodologies adopted are Shigeo Shingo's approach, Single Minute Exchange of Die (SMED), aligned with team environment using Masaaki Imai's *Gemba Kaizen*. The method developed allowed to respond quickly to variety and volume changes, resulting in considerable gains of flexibility and productivity and consequently, monetary. The reduction achieved in the practical case are 40% of enterprise historic average *setup* time.

Key-words: Setup, SMED, *Gemba Kaizen*, Lean Manufacturing, Plastic Packaging

1. Introdução

No cenário atual não há mais espaço para excessos de desperdícios. A sobrevivência das organizações é dia a dia posta à prova. De acordo com Campos (2009) empresas são sistemas abertos, pois estão sob a influência de fatores que ela não detém o controle. Este mesmo autor cita como principais fatores as influências ambientais, recursos, mercado e concorrência. O fácil acesso a informação atualizada e a abertura dos mercados internacionais, influenciam cada vez mais para tais fatores. Neste contexto pode-se observar que clientes estão exigindo produtos e serviços diferenciados, personalizados, com melhor qualidade e com preços mais baixos, (RUMMLER, 1992).

Neste cenário, observam-se inúmeras companhias que possuem grande ineficiência em seus

processos, Por outro lado, empresas altamente competitivas, como a Toyota Motor Company, busca incessantemente eliminar ineficiências, através da redução de estoques e operadores desnecessários. A padronização das operações e sua constante melhoria é princípio básico desse modelo de gestão.

Ohno (1997) (um dos criadores do Sistema Toyota de Produção) enfatiza que tudo que se precisa fazer é olhar para linha do tempo (desde o pedido feito pelo cliente até o recebimento do dinheiro) e reduzir esse tempo através da remoção das atividades que não agregam valor.

Uma das formas de reduzir esse tempo é reduzindo o tempo de *setup* das máquinas. O método *Single Minute Exchange of Die* (SMED), que foi desenvolvido por Shigeo Shingo, se mostra uma maneira eficaz de reduzir tempos de *Setup*. Foi com base em aplicações práticas que Shingo (1996) afirmou que é possível em qualquer processo de *setup* reduzir de 20 a 80% do tempo total de preparação, sendo que apenas melhorias simples são necessárias para isso.

Este artigo é baseado em um caso de aplicação do método SMED, utilizando como ferramenta de implantação a metodologia *Gemba Kaizen*, com o objetivo de (i) reduzir o tempo de *setup* de uma máquina de impressão *off-set* e (ii) sensibilizar os operadores e demais funcionários da empresa da importância de se reduzir o tempo de *setup* para que as melhorias sugeridas sejam mantidas e continuamente melhoradas. No caso apresentado não existiam qualquer instrução de trabalho ou método padronizado para auxiliar os operadores nas atividades de troca.

2. Referencial teórico

2.1 Operações de *setup* e o método *Single minute Exchange of Die* (SMED)

Segundo Pinho *et. al.* (2005), o tempo de *setup* é definido como o tempo decorrido da troca de processo da produção da última peça boa de um lote até a produção da primeira peça boa do outro lote. De maneira geral, pode-se dizer que tempo de *setup* é um tempo improdutivo da máquina, porém necessário para que se possam produzir diferentes tipos de produtos conforme for a demanda do cliente final.

Normalmente operações de *setup* são necessárias, pois não há dedicação exclusiva de uma máquina para um único produto, bem como a empresa não oferece apenas um produto para o seu cliente. A variabilidade é uma constante.

Segundo Shingo (1996) a aplicação do SMED é a maneira mais eficaz de reduzir tempos de *Setup*. Ainda segundo o autor, é possível em qualquer processo de *setup* conseguir uma redução de 20 a 80% do tempo total de preparação, sendo que apenas melhorias simples são necessárias para isso.

Para o tratamento e redução dos processos de *setup*, Shingo (1996) estruturou uma metodologia para tal, nomeando-a de troca de ferramenta em apenas um dígito de minuto ou *Single Minute Exchange of Die*, ou trazendo para a língua portuguesa pode-se usar o termo troca rápida de ferramentas (TRF), que consiste na busca de redução do tempo de *setup* para um dígito de minuto, ou seja, abaixo dos 10 minutos para preparação da máquina.

A metodologia elaborada por Shingo (1996) consiste em oito etapas simples para a aplicação do método SMED. A Figura 1 mostra quais são estas etapas e sua sequência de aplicação.

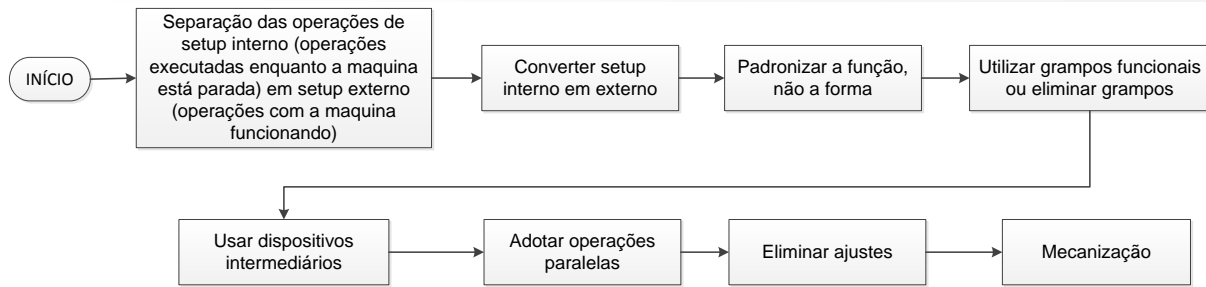


Figura 1 - Etapas do método SMED

A metodologia em si se apresenta de forma simples, sendo o processo criativo de soluções para cada realidade encontrado a parte mais difícil de todo o processo.

Ao longo do desenvolvimento das soluções, busca-se de maneira simples registrá-las de forma padronizada. O trabalho padronizado é normalmente a melhor maneira até então de se executar alguma tarefa. O padrão nos fornece subsídios para que se possa observar de maneira estruturada todas as etapas do trabalho, e o mais importante, fundamentos para que melhorias incrementais sejam criadas. De acordo com Ohno (1997), onde não há trabalho padronizado não pode haver melhoria contínua. No processo de implantação do SMED é de fundamental importância a presença do trabalho padronizado como forma de treinamento, manutenção e melhoria ao longo do tempo.

2.2 Trabalho Padronizado

Pode-se dizer que trabalho padronizado é um método efetivo que auxilia aos meios de produção produzir sem perdas. Spear e Bowen (1999) citam que quatro etapas para que se possa padronizar as operações em um sistema produtivo.

- a) O trabalho padronizado deve estar disposto de forma explícita e de fácil entendimento. Ele deve conter uma descrição do conteúdo, sequência, andamento e resultado da execução da tarefa proposta. Estes fatores auxiliam a identificação de situações anormais com relação ao padrão estabelecido;
- b) A interface existente entre cliente e fornecedor deve ter uma forma que diminua a incidência de falha na comunicação entre eles. Esta etapa prima por clarificar a comunicação entre os postos de trabalho;
- c) O caminho que um produto ou serviço deve seguir dentro do sistema produtivo deve ser simples e direto. Isso não restringe há apenas um caminho para cada produto ou serviço, porém o caminho escolhido deve ser simples e bem especificado;
- d) As melhorias propostas para o novo padrão estabelecido devem ser executadas mediante a orientação de um instrutor. É aconselhável que seja utilizado um método científico que auxilie o usuário a fazer melhorias e que exista um suporte técnico para isso.

Segundo Mondem (1998) os principais objetivos do trabalho padronizado na manufatura são (i) a obtenção da uma alta produtividade dos operários sem que existam movimentos desnecessários; (ii) a existência de um balanceamento entre os processos com relação ao tempo de produção; e (iii) que haja a quantidade mínima de material em processo a ser manipulada pelos operários.

A padronização do trabalho exige o envolvimento dos diferentes níveis hierárquicos da organização de modo que os supervisores e gerentes, juntamente com os operários sejam capazes de questionar e aprender com os problemas.

2.3 Gemba Kaizen

Segundo Imai (1990), “*Kaizen* está dividida em duas palavras onde *kai* significa mudança e *zen* significa para melhor.” O significado destas palavras juntas é melhoria contínua, que é considerada por muitos teóricos como uma atitude ou filosofia de vida.

Segundo Lean Enterprise Institute (2011), *Gemba* é um “termo japonês para ‘local real’, normalmente utilizado para o indicar o chão-de-fábrica ou qualquer lugar em que ocorre o trabalho que cria valor.

Segundo Imai (2012), o método *Gemba Kaizen* caracteriza-se pela busca da melhoria contínua por meio de uma abordagem simples e consistente que transforme gradativamente a organização e as pessoas. Os operadores devem dispor de tempo para poder fazer melhorias no seus postos de trabalho e os incentivos para tal são provenientes do sentimento de confiança ou através do reconhecimento do trabalho feito. Outra condição essencial é de que quem idealiza o *Gemba* não pode de forma alguma ser mais importante que quem o opera, ambos são partes integrantes do processo. Os operadores devem ter controle sobre o seus postos de trabalho, avaliando constantemente máquinas, materiais, e defeitos. Quando algo está fora do controle devem ser imediatamente tomadas medidas corretivas até que se identifiquem as causas fundamentais para que possam tomar contra medidas eficazes. Por fim a situação deve ser normalizada de acordo com o padrão (IMAI, 1986).

O *Gemba Kaizen* alicerça-se na segurança dos pequenos passos seguros em detrimento de aventuras ou riscos. Investe em conhecimentos convencionais, até porque estes são facilmente assimilados por todos. E não funciona numa lógica orientada em função dos resultados, sim dos processos, pois estes que asseguram os resultados a médio e longo prazo (IMAI, 1986).

Hornburg (2009), apresenta uma estruturação do método *Gemba Kaizen* baseado na lógica do ciclo PDCA, na forma de um conjunto de seis etapas: Entrada, Registro, Pré-*Kaizen*, Evento GK, Apresentação dos Resultados, e Pós-*Kaizen*. Uma visão da estruturação proposta por Hornburg (2009), pode ser vista na figura 2.

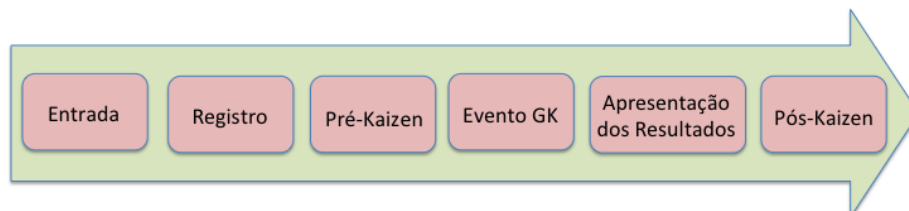


Figura 2 - Método para eventos *Gemba Kaizen* (Hornburg, 2009)

Na primeira etapa do *Gemba Kaizen*, denominada Entrada, busca-se garantir que os *Kaizens* sejam realizados de forma a seguir um direcionamento das estratégias da empresa. São três as formas de detectar a necessidade, ou entrada, para os *Kaizens*, a saber: via programa de sugestões, através do mapeamento do fluxo de valor ou por um indicador do gerenciamento diário não atingido.

Após identificar a necessidade do *Kaizen* por uma de suas entradas, a segunda etapa do método consiste em fazer o devido registro do evento no sistema de informação gerencial da empresa. Para que o *Kaizen* seja disparado, é necessário que haja o registro de algumas informações tais como: grupo participante, origem da necessidade (entrada), setor de aplicação, líder do *Kaizen*, diretor/gestor que participará do evento, facilitador do Grupo de Gestão, data de início, data fim, objetivo, situação atual, meta, resultado esperado pós *Kaizen*, participantes, situação (status) e indicador.

Na etapa de Pré *Kaizen* tem-se por objetivo de fazer com que o facilitador do Grupo de Gestão prepare junto com o líder do *Kaizen* as informações para executar o *Kaizen*. Sua abordagem está voltada para que o facilitador do evento conheça com mais detalhe o processo a ser melhorado visando alinhar as ferramentas necessárias ao Evento *Kaizen* que será realizado, bem como para definir um indicador que possa mostrar que as ferramentas aplicadas e as ações tomadas serão consistentes.

A etapa de Evento *Kaizen*, é aquela em que são realizadas as melhorias no local de trabalho. Deve-se iniciar com um treinamento aos participantes sobre o que é um Evento *Kaizen* e suas ferramentas. A partir daí, o líder do grupo apresenta a situação problema, sendo lançada uma meta a ser atingida, o que direciona o início dos trabalhos. Entre as principais ferramentas que podem ser utilizadas nesta etapa pode-se citar o *Brainstorming*, Pareto, Análise de Falhas, SMED (TRF), GUT, 5W1H e Padronização. Após a aplicação das ferramentas selecionadas e da meta estabelecida ser atingida, o novo método de trabalho é documentado, sendo definido um indicador para medir se o resultado se manterá ao longo do tempo.

Uma vez alcançados os resultados esperados segue-se para a próxima etapa em que é realizada uma apresentação do trabalho realizado. Relata-se a situação inicial, o desenvolvimento do *Kaizen*, as ações tomadas e as que estiverem pendentes, e os resultados obtidos com as melhorias. Preferencialmente esta apresentação deve ser realizada no próprio local onde foi realizado o trabalho (*Gemba*). Deve também contar com a presença da equipe executora, do gestor da área e também de membro da diretoria. O intuito desta apresentação é divulgar o trabalho e incentivar os participantes do *Kaizen*, valorizando o trabalho realizado.

Na etapa de Pós *Kaizen*, normalmente realizada após noventa dias da data fim do *Kaizen* é onde o facilitador e o líder reúnem-se a fim de verificar se os resultados obtidos com o *Kaizen* foram mantidos e se todas as ações pendentes foram executadas. Os indicadores são atualizados e analisados, finalizando assim o método *Gemba Kaizen*. Caso os resultados não tenham sido mantidos satisfatórios, é realizado um novo plano de ação para um novo ciclo do método *Gemba Kaizen* e a equipe volta para discutir e realizar melhorias a fim de alcançar as metas propostas.

3. Estudo de Caso

Um exemplo de aplicação do método *Gemba Kaizen* apresentado no item anterior será descrito no contexto de um trabalho de TRF (SMED) para redução dos tempos de setup nas máquinas que compõem o processo de fabricação de embalagens plásticas em formato tubular.

A etapa de entrada deste *Kaizen* surgiu, via percepção do desempenho do processo, especialmente no tocante às operações de setup. Após devidamente protocolado na etapa de Registro, o *Kaizen* foi mantido numa planilha de controle por um integrante do Grupo de Gestão que agendou com o líder o Pré *Kaizen*.

Nesta terceira etapa, de Pré *Kaizen*, foram levantadas as informações sobre o processo. A empresa, localizada na Área Industrial de São José (SC), dispõe atualmente de um quadro de 400 colaboradores e capacidade produtiva de 220 milhões de embalagens/ano. A empresa atende diversos segmentos, como o farmacêutico, alimentício, cosmético e industrial.

O processo produtivo da empresa se dá em lotes, em que são processados lotes de milhares de tubos em uma mesma ordem de produção. As embalagens seguem uma sequência de fluxo contínuo sem que existam estoques intermediários descontrolados.

O primeiro processo que ocorre na linha é a extrusão. Nele os materiais são extrudados e homogeneizados. O processo seguinte faz a estampagem do tubo através de uma máquina de

impressão *off-set*. Em seguida, é colocado o encaixe da tampa (*Head*), existindo a possibilidade de esse ser em formato de rosca ou *snap* (quando a tampa é encaixada, ao invés de rosqueada). O último processo é a colocação de tampa. Nele a tampa é acoplada ao produto e ele é embalado. A Figura 3 ilustra graficamente a sequência de processamento descrita anteriormente.

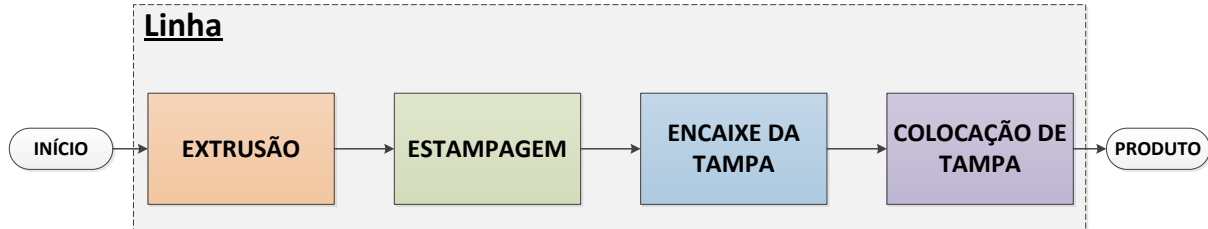


Figura 2 - Sequência de etapas da linha de produção

Todos os processos são realizados por máquinas, sendo necessária a realização de *setups* na maioria das trocas de produtos nas linhas. Sendo os processos de uma linha dependentes entre si, a parada de uma máquina exige, conseqüentemente, a parada das demais máquinas a jusante no fluxo.

Atualmente, estão instaladas na empresa 6 linhas de produção de embalagens que funcionam paralelamente conforme mostrado na Figura 4. A empresa adota como política que os operadores das mesmas máquinas de linhas distintas auxiliem uns aos outros quando estiverem ociosos em seus postos.

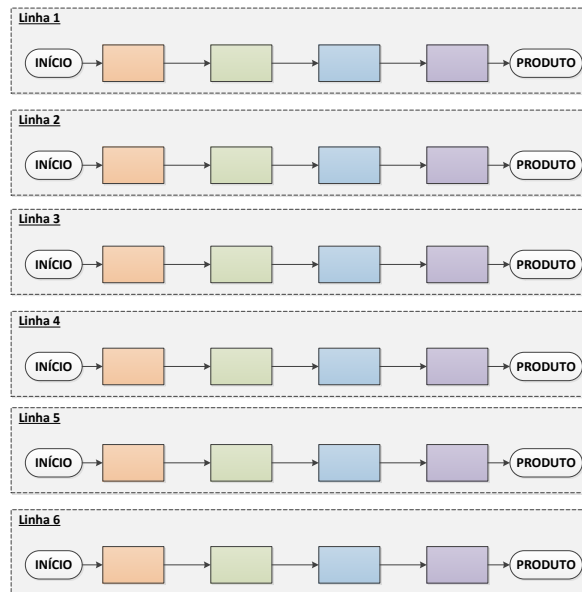


Figura 3 - Linhas de produção funcionando paralelamente

Diversas variáveis influenciam no tipo de setup que será feito. A principal variável influenciadora está relacionada com as características dos produtos que se estava produzindo e que se irá produzir após o setup. Estas características são (i) diâmetro do tubo, (ii) comprimento do tubo, (iii) cor da impressão e (iv) tipo de verniz.

A falta de uma rotina de troca dificulta a criação de um método padronizado para execução do setup. Podem ser geradas dezenas de tipos de setups diferentes se considerar a quantidade de características existentes.

Sendo os processos de uma linha dependentes entre si e a parada de uma máquina exige que as demais máquinas tanto a jusante como a montante no fluxo também parem, a redução do

maior tempo de *setup* da máquina resultaria na redução do tempo total de máquina parada a cada troca de produto nas linhas de produção. Analisando-se todas as trocas da linha por meio de medição de tempo, constatou-se que dentre todos os *setups* existentes, o atual “gargalo” dos *setups* dependentes está o processo de impressão feito pela máquina *off-set*.

No contexto atual, não existe no processo um padrão operacional para realização da troca. Cada operador realizava o trabalho da forma que achava mais conveniente e que acreditava ser a mais eficiente e eficaz. Essa falta de padrão influenciava negativamente no tempo de *setup* e não permitia que melhorias fossem propostas no método de trabalho, já que esse não existia.

Em algumas trocas os operadores realizavam o *setup* com o auxílio de outro operador. Este outro operador era denominado de auxiliar e executava algumas atividades de menor complexidade. Por essa razão, o trabalho de redução de *setup* teve também grande foco na criação de um método a ser replicado entre as 6 linhas.

Durante a primeira semana foi feita a sensibilização com os funcionários e levantadas algumas informações. Dados disponíveis nos diários de produção da *off-set* serviram de insumos para dados como tempo médio total de *setup* na máquina, e, até mesmo, o número de troca de cores que ocorre com mais frequência nos *setups*. Verificou-se que 80% dos *setups* envolviam a troca de até quatro cores.

Na segunda semana de projeto foi dada continuidade à análise do processo e levantados os parâmetros que têm influência no *setup*. Identificou-se que esses são cores da impressão, diâmetro do tubo e comprimento do tubo e o tipo de verniz. O passo seguinte foi a observação das “macro atividades” realizadas para trocas envolvendo cada uma das variáveis. Levaram-se em consideração dentro de cada espécie as atividades que são dependentes das outras, ou seja, são pré-requisitos da atividade seguinte. Na Figura 4 está apresentado um fluxograma das “macro atividades” para a realização de um *setup* de cor, estando identificadas com números as atividades precedentes.

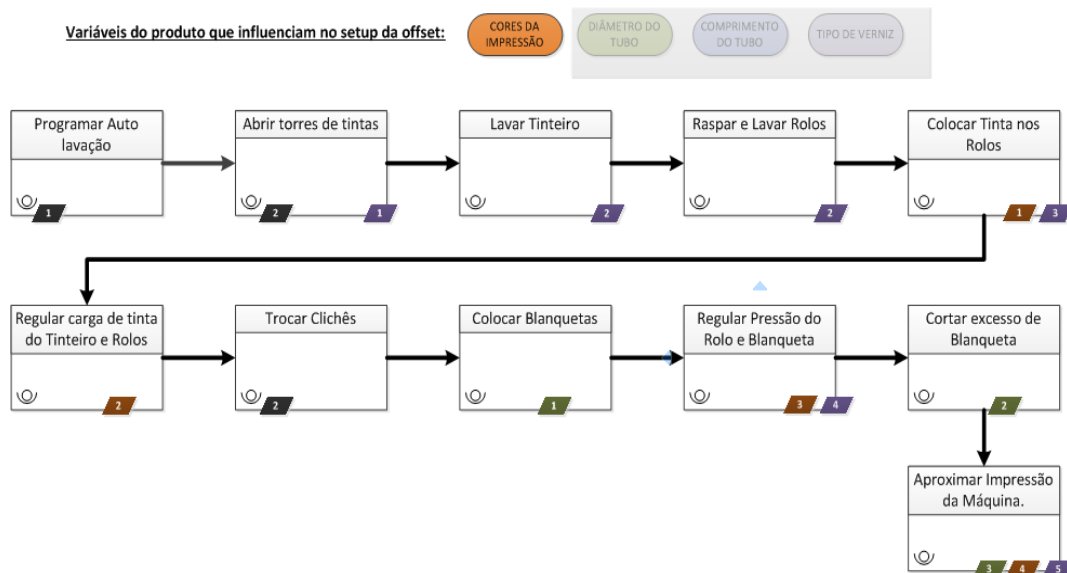


Figura 4 - Fluxograma das “macro atividades”

Ainda na segunda semana, foram feitas análises do método de troca. Para isso, descreveram-se as relações existentes entre a operação de *setup* e os 4M’s (Máquina, Método, Material e Mão de Obra). As descrições julgadas como mais relevantes pelos operadores estão apresentadas na Figura 5. Como auxílio da descrição dos 4M’s os gerentes da fábrica

concluíram que as variáveis que necessitariam de mais atenção eram Método e Material. Chegou-se a esta conclusão após verificar-se que se perdia muito tempo devido a inexistência de métodos padronizados para efetuar as trocas e que os materiais necessários para iniciar-se a operação de *setup* muitas vezes não estavam disponíveis na hora correta para os operadores. Para o Método, seriam consideradas todas as “macro” e “micro atividades” de cada troca e definida a melhor forma e ordem para realizá-las. Já para o material, se procurariam soluções para que todas as ferramentas e Materiais estejam sempre disponíveis da melhor forma durante a realização da troca.

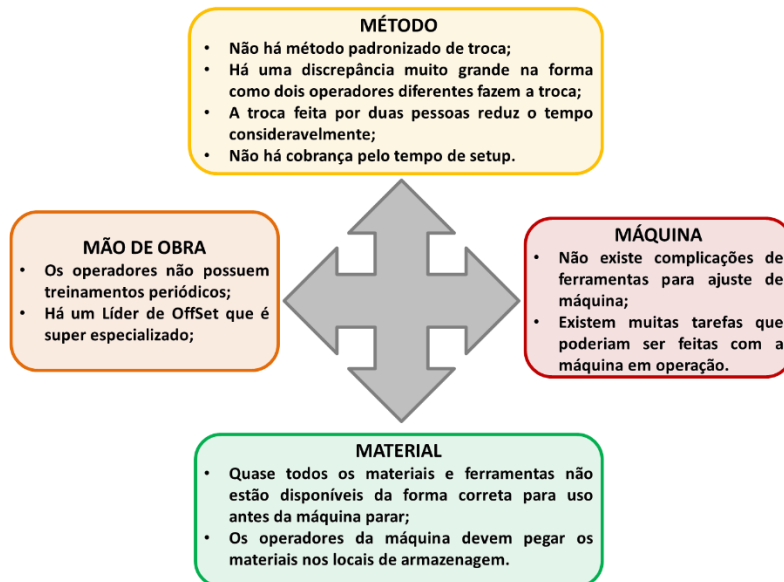


Figura 4 - Descrição da relação dos 4M's com a operação de *setup*

Buscando-se maior conhecimento e balanceamento das operações, filmagens do *setup* foram feitas ao final da segunda semana. Elas serviram de insumos para elaboração de Diagrama de Balanceamento das Operações (DBOs). Nas planilhas, apresentadas na Figura 6, cada troca foi destrinchada em pequenas atividades e cada uma delas foi classificada como interna, externa ou desperdício. Dessa forma, as atividades externas foram separadas das internas e os desperdícios foram eliminados. Ainda, as atividades foram balanceadas a fim de que a troca pudesse ser realizada por dois operadores, um principal e outro auxiliar.

Atividade	Tarefas	Duração	Classificação	Duração Parcial	Duração Total
1	Abrir torre 6, 5, 4, 3 destravadas.	00:00:06	b	00:05:45	
1	Destravar parte da máquina dos clichés de 2 torres	00:00:15	b	00:05:51	
1	Buscar martelo e cliché	00:00:06	a	00:06:06	
2	Colocar clichés nos rolos de cliché torre 3	00:00:12	b	00:06:12	
2	Apertar cliché com chave T	00:00:32	b	00:06:24	
2	Martelar cliché torre 3	00:00:04	b	00:06:56	
2	Posicionar parte dos clichés da torre 5	00:00:05	a	00:07:00	
2	Buscar cliché torre 5	00:00:06	a	00:07:05	
2	Colocar clichés nos rolos de cliché torre 5	00:00:07	b	00:07:11	
2	Apertar cliché com chave T	00:00:10	b	00:07:18	
2	Martelar cliché torre 5	00:00:19	b	00:07:28	00:07:28
3	Fechar torre 7 limpa sem trava-la.	00:00:02	b	00:03:18	
3	Abrir torre 5 suja solta.	00:00:03	b	00:03:20	
3	Desenroscar parafusos do tinteiro.	00:00:13	b	00:03:23	
3	Passar pano no tinteiro.	00:00:05	b	00:03:36	00:03:36

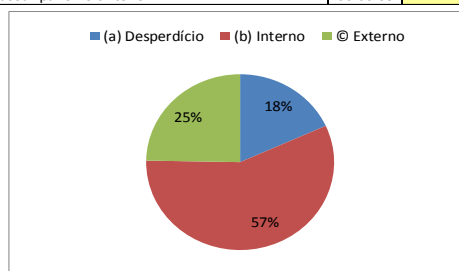


Figura 5 - Diagrama de balanceamento das operações

Na quarta semana de projeto foi realizada uma semana *Kaizen*. Com isso, iniciou-se etapa do Evento *Kaizen*, em que é feita a melhoria de processo propriamente dita. Para o mesmo contou-se com uma equipe multidisciplinar formada por pessoas de atividades e funções diversas disponibilizadas pela empresa.

No primeiro dia da semana *Kaizen*, após uma etapa de sensibilização, foi apresentado à equipe a teoria da Troca Rápida de Ferramenta. Buscando a motivação da equipe, ao final do primeiro dia foi estabelecido junto à equipe um nome fictício do time e uma meta de redução de tempo de *setup*, estabelecido em 35%.

No segundo dia do evento, duas equipes distintas assistiram às filmagens de *setups* ocorridos nas semanas anteriores para elaboração de novas DBO's. Além disso, haviam sido elaboradas DBO's anteriormente a semana *Kaizen* e estas foram apresentadas e reavaliadas pelos integrantes da semana.

O terceiro dia foi ocupado na busca de soluções para as atividades internas e externas. Dividiu-se o grande grupo em dois menores para que um grupo pudesse focalizar os esforços somente nas atividades internas e outro grupo somente nas atividades externas. O grupo que buscou melhorias para as atividades externas encontrou como solução a elaboração de um carrinho de *setup* que deveria conter todos os materiais necessários para a realização das trocas. Já o grupo das soluções internas, encarregou-se pela elaboração dos métodos de trabalho e de um quadro de *setup* para acompanhar e controlar a troca.

Para arquitetar o carrinho de *setup* foram, inicialmente, levantados todos os materiais e ferramentas necessárias à troca e feita uma estimativa de localização de cada um deles no carrinho. A fim de testar a validade do projeto na prática, a equipe foi ao chão de fábrica e modelou um *mockup* do carrinho. Materiais disponíveis na fábrica foram utilizados alcançando maior proximidade com a realidade.

A elaboração do método foi feita a partir da análise das “macro atividades” e das DBOs de cada troca. Utilizando-se de *brown paper* e *post-it* a equipe alcançou um consenso da melhor forma de realizarem-se as trocas. Para o acompanhamento do método, um quadro de acompanhamento de *setup* foi elaborado a partir do pensamento apresentado pelo ciclo PDCA (DEMING, 1986).

Por fim, no último dia da semana *Kaizen* foi realizado na prática o teste de *setup*, utilizando-se os métodos desenvolvidos, o *mockup* do carrinho e do quadro. A troca foi feita por dois operadores que não participaram da semana *Kaizen* e, ainda assim, algumas sugestões de melhorias já foram levantadas.

Na última semana de projeto, foi feito o fechamento das atividades realizadas na semana *Kaizen* e as conclusões das entregas do projeto. O carrinho de *setup* sofreu algumas adaptações até seu fechamento, assim como o método e o quadro de *setup*.

4. Resultados

As entregas físicas do trabalho foram: o projeto do carrinho de *setup*, os métodos de realização de todas as possibilidades de trocas na máquina *off-set* e o projeto do quadro de acompanhamento.

O projeto do carrinho de troca, disponível na Figura 7 foi elaborado após conferência de cada medida no chão de fábrica e com os funcionários.

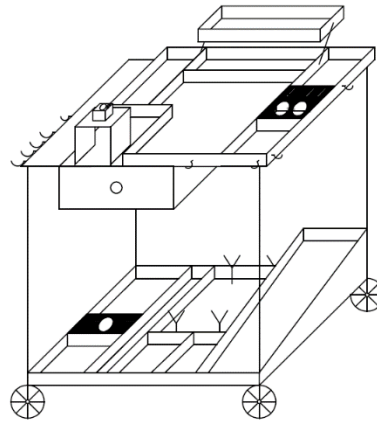


Figura 6 - Carrinho de *setup*

Os métodos padronizados de troca foram divididos em 6 diferentes grupos. A escolha de 6 grupos de métodos padronizados foram em função da (i) tentativa de abranger todas as combinações possíveis de trocas existentes devido a características do produto anteriormente apresentadas e (ii) minimizar o número de sequência de atividades diferentes para que seja mais simples para o operador memorizar as etapas da troca. A Figura 8 esclarece como foi definida a sequência de atividades que um operador deve seguir na troca de ferramentas quando a única característica diferente de um produto que estava sendo produzido para o que irá ser produzido são as cores.

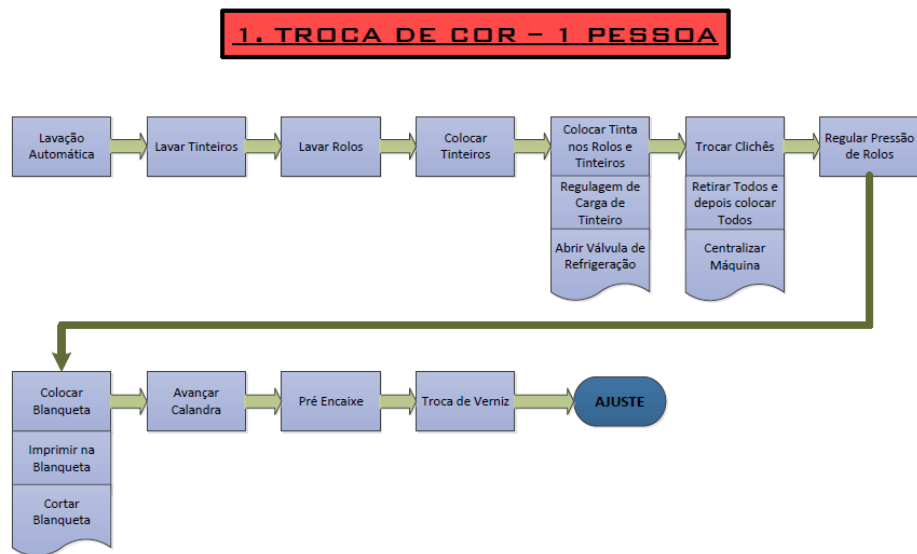


Figura 7 - Sequência de atividades do método que um operador deve seguir

O quadro de *setup* foi projetado de forma simples para que os funcionários não precisassem de grandes instruções para seu preenchimento. Foram definidos como responsáveis pelo seu preenchimento o líder da linha e o operador da máquina. Conforme apresentado na Figura 9, o lado esquerdo do quadro possui um campo de perguntas onde o líder deve assegurar que todas as atividades determinadas tenham sido anteriormente efetuadas. Isto garante que as atividades classificadas como externas já tenham sido realizadas antes de a máquina parar para iniciar a troca. Outra responsabilidade do líder é definir o método padronizado que será utilizado na realização do próximo *setup*. Nessa etapa também ocorrerá a decisão de que a troca deve ser feita por um ou dois operadores. No campo dos tempos, foi sugerido ao operador marcar o momento em que foi finalizada a troca de ferramentas da sua máquina e, posteriormente, marcar o tempo que a máquina começou efetivamente produzir o próximo item bom. As anomalias precisarão ser descritas quando o tempo de *setup* ficar fora do

Gemba Kaizen. Dessa forma, a redução de tempos está aliada com a sensibilização dos colaboradores envolvidos.

Após a realização do projeto, a empresa pôde desfrutar de benefícios como:

- a) Redução do tempo global de *setup* nas linhas de produção de tubos, uma vez que o tempo de *setup* da máquina *off-set* influenciava no tempo total de máquina improdutiva;
- b) Aumento de flexibilidade com a redução do tamanho de lote, podendo-se produzir apenas o que o cliente deseja, mesmo que a quantidade demandada seja pequena;
- c) Sensibilização e conhecimento dos colaboradores quanto à importância de se aplicar SMED e as técnicas disponíveis para sua realização;
- d) Criação de método padronizado de realização de *setup* a ser replicado para todas as linhas. Dessa forma, além de facilitar a busca por futuras melhorias no padrão, a utilização do recurso físico e humano foi melhorada.

O ganho inicial do projeto foi significativo e superou as metas traçadas. A redução de 40% do tempo de troca pode ser potencializada através do constante acompanhamento dos trabalhos dos operadores, monitoramento do preenchimento do quadro e outras melhorias feitas em cima da observação das anomalias. Além disso, uma vez que os colaboradores possuem, agora, conhecimento na área, pode-se estender o método para os demais *setups* que ocorrem na linha, alcançando um resultado global, com ganhos ainda maiores.

6. Referências Bibliográficas

CAMPOS, V. F. *O Verdadeiro Poder*. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços, 2009.

DEMING, W. E. *Out of the Crisis*. MIT Center for Advanced Engineering Study, 1986.

GEMBA. In: WIKIPÉDIA: the free encyclopedia. Wikimedia, 2013. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Gemba>>. Acesso em: 29 set. 2013.

HORNBURG, S. *Método para Eventos Gemba Kaizen*. 2009. 76f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, Florianópolis, 2009.

IMAI, M. - *KAIZEN: a estratégia para o sucesso competitivo*; tradução Cecília Fagnani Lucca. 3ª ed. IMAM, 1990.

IMAI, M. *Gemba-KAIZEN: estratégias e técnicas do KAIZEN no piso de fábrica*. São Paulo: IMAM, 1986.

MORAES, F. M. et al. *Filosofia Kaizen aplicada em uma indústria automobilística*. Artigo publicado no XXIII ENEGEP, Ouro Preto 2003.

MONDEN, Y. *Toyota Production System*. São Paulo: Imam, 1998.

OHNO, T. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*, Porto Alegre, Editora Bookman, 1997.

PINHO, A. F.; LEAL, F.; ALMEIDA, D. A. *Utilização de Bloquinhos de Montagem LEGO® para o Ensino dos Conceitos do Sistema Toyota de Produção*. Porto Alegre: XXV ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2005

RUMMLER, G. A. *Melhores Desempenhos das Empresas*. São Paulo: Pearson Makron Books, 1992.

SHINGO, S. *O sistema Toyota de Produção do ponto de vista da engenharia de produção*. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SPEAR, S.; BOWEN, H.K. *Decoding the DNA of the Toyota Production System*. Harvard Business Review, Boston, 1999.