

EDVAN EDUARDO BEZERRA DE OLIVEIRA

TROCA RAPIDA DE FERRAMENTA: APLICAÇÃO DO MODELO SMED EM LINHA DE ENVASE.

Trabalho de Conclusão do CEAI – Curso de
Especialização em Administração Industrial da Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo – Artigo

Orientador: Prof.^a Susana Salomão

São Paulo
2013

Resumo

O presente artigo tem como objetivo analisar as implicações da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) no uso do tempo de preparação de máquina. O trabalho foi realizado em uma empresa de cosméticos na cidade de São Paulo na área de produção de envase de bisnaga e os principais resultados obtidos foram a redução do tempo médio de *setup* em 52% através da padronização das atividades, criação do *checklist* e a identificação das peças para realização do *setup*. Para a consecução deste artigo, foi utilizado o método de pesquisa-ação através da observação e mensuração dos resultados obtidos antes e depois da aplicação do conceito SMED no processo produtivo. São apresentadas as etapas de implementação da ferramenta em uma máquina de envase de bisnagas escolhida pela análise do indicador OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) que possibilita visualizar que o processo de troca de produto que é um dos principais causadores da queda de eficiência da área de envase de bisnaga devido à alta duração do *setup* que está relacionado ao mix de produtos. Desta forma, é possível concluir, com base em resultados analisados no ano de 2012, que o SMED é a metodologia ideal para redução do processo de troca de produto.

Palavras-chaves: SMED, Manufatura Enxuta, OEE.

1. Introdução

Nestes tempos de intensa competitividade, onde as fronteiras comerciais expandem-se globalmente sendo as empresas forçadas a terem custos baixos e produtos com qualidade por imposição do mercado. A concorrência está fazendo as empresas agirem com maior eficácia a fim de reduzirem os custos de produção através de novas metodologias, sistemas, equipamentos, pessoas com conhecimentos que possa possibilitar ganhos para a produtividade.

Devido ao mercado de produtos para beleza ser competitivo as empresas buscam inovações para atenderem diversos clientes contribuindo com o aumento do número de produtos no portfólio de vendas, gerando impacto de produtividade na manufatura que o mundo ideal é apenas produzir um produto, mediante a este cenário a tendência é continuar incrementando novos produtos no portfólio para alavancar vendas com custos operacionais baixos. Diante este contexto a engenharia de processo busca reduzir os tempos de preparação de equipamentos, pois este é um fator-chave para redução dos custos operacionais, contribuindo para desenvolver uma posição competitiva no mercado. E para reduzir o tempo de *setup* o uso da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) que foi desenvolvido pelo Engenheiro Shigeo Shingo nas indústrias automotivas no Japão teve como resultado a conversão de *setup* interno em externo e a conceptualização dos quatro estágios de implementação da ferramenta para a melhoria de *setup*.

O presente artigo tem como objetivo analisar as implicações da ferramenta SMED (*Single Minute Exchange of Die*) no uso do tempo de preparação de máquina em uma empresa de cosméticos na cidade de São Paulo na área de produção de envase de bisnaga contribuindo com a redução do tempo de *setup* e com o aumento das horas disponíveis para a produção devido ao processo elaborado através da metodologia SMED. São apresentadas as etapas de implementação da ferramenta em uma máquina de envase de bisnagas no período de abril a maio 2012, proporcionando mais horas disponíveis e reduzir os impactos da curva de produção.

2. Referencial teórico

2.1 Breve histórico

O SMED nasceu no ano de 1950, pelo Engenheiro Japonês Shigeo Shingo que iniciou uma eficiente pesquisa na planta industrial de Toyo Kogyo Mazda fabricante de veículos de três rodas em Hiroshima, Japão. Mazda recorreu a Shingo com o intuito de eliminar os gargalos gerados por três grandes prensas, que, segundo Mazda, já estavam no limite de sua

capacidade. Dessa forma, a proposta era comprar mais prensas para reduzir o estresse na cadeia produtiva.

O autor, porém, relutante em comprar novas máquinas, decidiu por acompanhar a produção com a ajuda de um cronômetro, durante uma semana. No terceiro dia de observação, houve uma troca de ferramental em uma das prensas, e foi quando, ele desenvolveu sua teoria para o SMED. Durante a troca de ferramental, notou várias deficiências, como por exemplo, um operador que demorou mais de uma hora para encontrar o parafuso correto e que, malsucedido, foi obrigado a adaptar o ferramental de outra máquina para aquela que estava em *setup*. Além dessas situações, ao cronometrar todas as operações de processamento do produto acabado, observou que as operações de *setup* consumiam mais de 40% do tempo total de processamento, enquanto que as operações essenciais, as quais, de fato, agregavam valor ao produto, representavam, em média, apenas 5% do tempo total como ilustrado no gráfico 2.1. Lembrando que a transformação dos insumos em produto acabado compreende quatro etapas: *setup*, operações essenciais, operações auxiliares e as operações marginais.

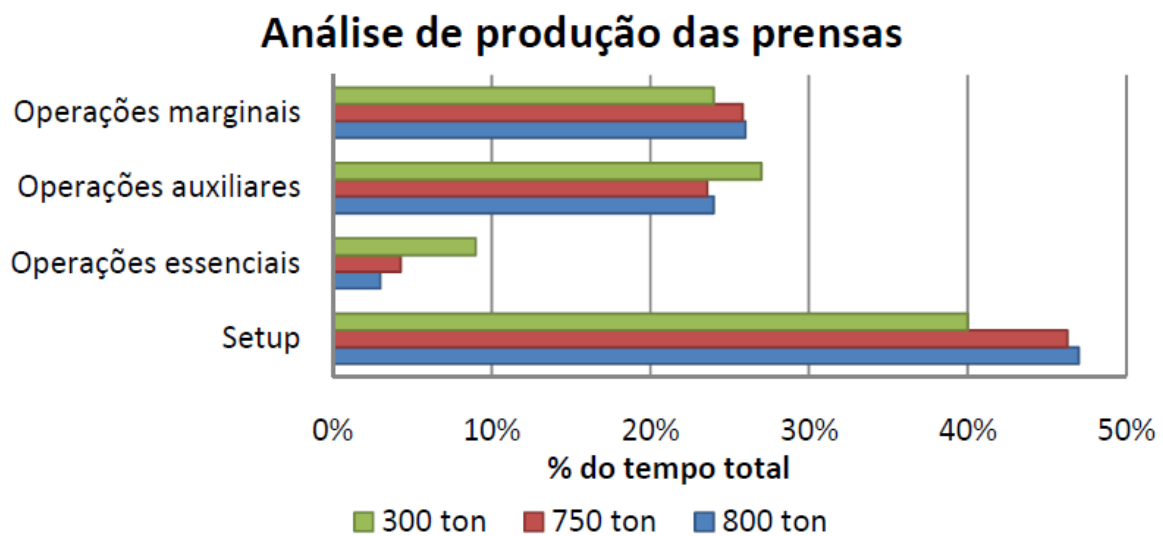


Gráfico 2.1 - Análise de produção das prensas
Fonte: Adaptado de Shingo (2000)

A partir da análise de produção, comprovou-se que não havia necessidade de aquisição de novas prensas, mas sim, que havia urgência na reestruturação das operações de *setup* para liberação de tempo produtivo (SHINGO, 2000).

2.2. SMED

De acordo Shingo (2000) o nascimento da metodologia SMED a partir da observação crítica sobre os procedimentos que envolviam prensas de estampagens.

A sigla SMED vem da expressão inglesa *Single Minute Exchange of Die* e que em português pode ser traduzido por “troca rápida de ferramentas”, que é uma ferramenta de gestão com objetivo de melhoria contínua e pertence ao grupo dos métodos de produção enxuta. O objetivo desta ferramenta é contribuir para a redução do tempo de preparação (conhecido como tempo de *setup*) do sistema produtivo para a execução de um dado lote de produtos e assim contribuir para o aumento da produtividade e da capacidade de resposta. O tempo de preparação dos equipamentos é uma operação muitas vezes complexa e demorada e sem qualquer valor acrescentado para o produto pelo que a sua redução tem um efeito direto no tempo disponível para produção e na redução do tempo total do ciclo de produção. O primeiro passo definido por Shingo (2000) foi então a definição dos procedimentos detalhados para as operações externas de modo a garantir que tudo o que fosse necessário para executar uma mudança de ferramenta estejam devidamente preparado e disponível junto à máquina no

momento exato da conclusão do lote anterior. O passo seguinte foi à tentativa de conversão das operações internas em operações externas e a sistematização e otimização dos procedimentos das operações que necessariamente têm que ser executadas com a máquina parada (SHINGO, 2000).

A figura 2.2 apresenta-se os estágios conceituais desenvolvidos para a aplicação da metodologia SMED conforme (SHINGO, 2000).

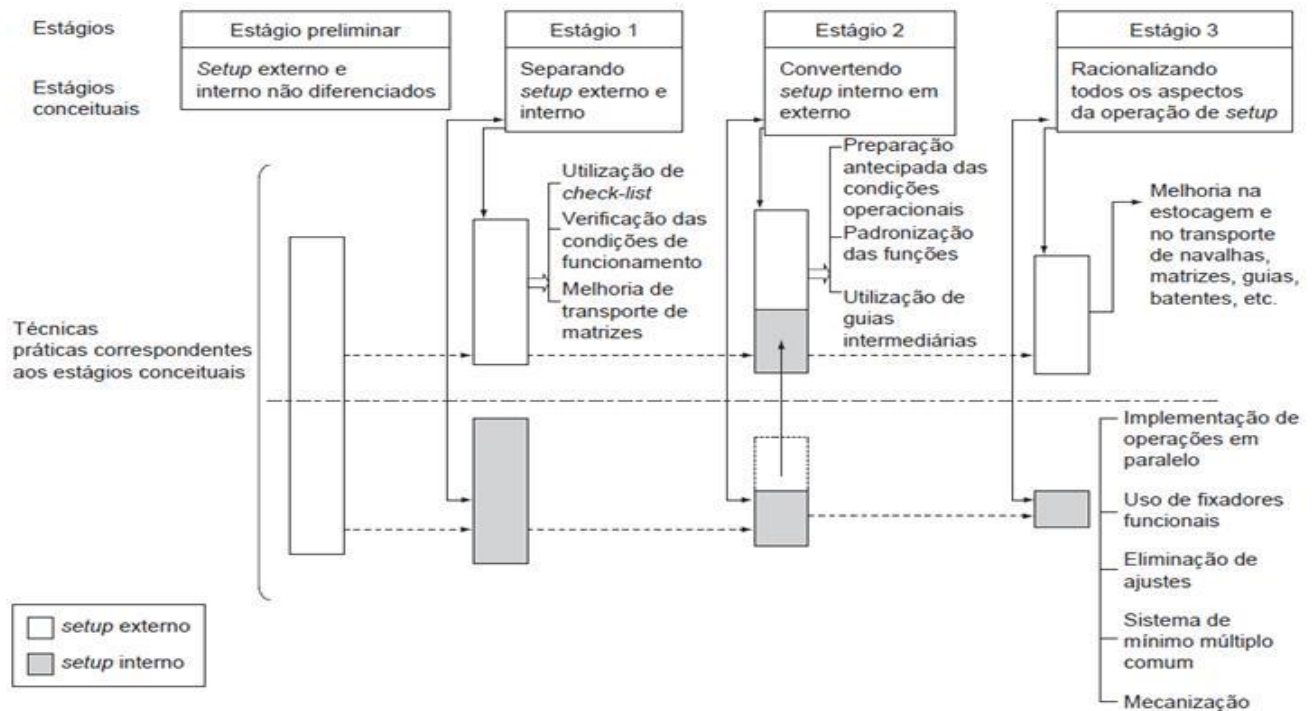


Figura: 2.2. - Estágios conceituais aplicação do SMED

Fonte: SHINGO (2000)

2.2.1 Estágio preliminar

a. Setup Interno

Segundo Shingo (2000) o *setup* interno são todas as operações que só podem ser executadas com o processo e/ou equipamento parado.

b. Setup Externo:

Segundo Shingo (2000) o *setup* externo são todas as operações que podem ser executadas paralelamente com a produção, ou seja, não é necessário que o processo e/ou equipamento esteja parado para desenvolver esta atividade.

2.2.2 1º Estágio: Separar *setup* interno e externo.

Segundo Shingo (2000) distinção entre as operações de *setup* interno e externo consiste no principal passo da metodologia SMED. As técnicas a seguir são efetivas para assegurar que as operações que podem ser realizadas como *setup* externo sejam de fato, conduzidas com o equipamento em funcionamento.

a. Utilização do *checklist* ou folha de verificação: Tem como objetivo de auxiliar o desenvolvimento do processo de troca de produto com todas as ferramentas e operações necessárias para um bom *setup*, com o nome de todas as ferramentas, as especificações, parâmetros e detalhamento de montagem, são essenciais para a correta execução da operação de *setup* (VIERA, 2012).

A elaboração de um *checklist* específico, ou seja, detalhado para cada equipamento ou operação deve ser adotado. Quanto maior as informações contidas, maior a facilidade de operador desenvolver o *setup*. A utilização de um *checklist* geral pode tornar confuso o desenvolvimento das operações do *setup*, sendo normalmente ignorado pelos operadores (SHINGO, 2000)

b. Verificação das condições de funcionamento: Além do *checklist*, é necessário verificar se todas as peça e ferramentas que serão utilizadas durante o *setup* interno estão em boas condições de funcionando. Caso haja necessidade de consertos e reparos, os operadores e mecânicos devem agir com rapidez para não prejudicar o tempo padrão de troca, é muito importante que ferramentas e peças estejam verificas antes do início do *setup* para que ações sejam feitas antes da preparação do equipamento (SHINGO, 2000).

c. Melhoria no transporte das ferramentas de *setup*: É muito importante que todas as ferramentas estejam organizadas e conferidas antes do inicio de *setup* (SHINGO, 2000).

2.2.3 2º Estagio: Converter *setup* interno em externo.

Apenas identificar as atividades de *setup* interno e externo, não é capaz de trazer melhorias para o processo de *setup*, o 2º estagio envolve duas noções importantes para analisarem:

- a. Reexaminar as operações para verificar se algum passo foi erroneamente identificado como *setup* interno;
- b. Encontrar meios para converter estes passos para *setup* externo.

No estágio anterior foram apresentadas as principais técnicas para identificar *setup* interno e externo e como cumpri-las, durante a preparação do equipamento, as demais operações do *setup* interno devem ser analisadas a fim de verificar a possibilidade de transformá-las em atividades do *setup* externo. Para isso, o autor apresenta uma série de exemplos em que foi possível converter ainda mais operações para o *setup* externo, otimizando o tempo de produção.

Em um de seus exemplos, apresenta a possibilidade de pré-aquecer um molde com um aquecedor elétrico antes de conectá-lo à máquina. Isso faz com que o molde já esteja devidamente aquecido ao ser colocado na máquina, permitindo a produção de boa qualidade desde o início do lote. Desse modo, não é mais preciso perder tempo com a espera pelo aquecimento do molde, reduzindo o tempo de *setup*, bem como os custos com sucata e retrabalho (SHINGO, 2000).

2.2.4 3º Estagio: Simplificar as operações de *setup*.

Após implementar o estágio 1 (separar *setup* interno em externo) e o estagio 2 (converter *setup* interno em externo) da metodologia SMED, objetivo principal do estagio 3 é concentrar esforços na simplificar e realizar atividades simultâneas nas operações de *setup*. Primeiramente, devem-se buscar melhorias radicais para as operações de *setup* externo, como, por exemplo, realizar mudanças nos estoques de insumos e de peças/ferramentas para melhorar a organização dos locais e otimizar a forma de transporte dos mesmos, reduzindo o tempo de deslocamento.

Além disso, de acordo com Shingo (2000) algumas ações podem ser tomadas para melhorar as operações do *setup* interno:

a. **Identificar operações paralelas:** são envolvidas mais de uma pessoa para a realização do *setup* interno, a fim de tornar o processo mais rápido, devido à economia de movimentos gerada. Quando apenas uma pessoa é responsável pelo *setup*, ela perde muito tempo deslocando-se de uma máquina para a outra, enquanto que, quando há mais pessoas, cada uma pode permanecer em uma máquina, reduzindo o deslocamento. Após a conclusão do 1º e 2º estágio da ferramenta SMED, a grande parte das tarefas foram simplificadas, permitindo que, até mesmo, os trabalhadores menos habilitados sejam capazes de auxiliar o operador durante o *setup* (SHINGO, 2000).

b. **Eliminar os ajustes:** como já mencionado, os testes e ajustes consomem cerca de 50% do tempo de *setup*. Eles são comumente gerados devido a centralizações imprecisas, erros de dimensionamento de ferramentais, desvios de calibração, entre outras razões. Para eliminá-los, é preciso fixar parâmetros numéricos, a partir da colocação de graduações, seja com escala linear, com relógios, com conta-giros, evitando, assim, utilizar a intuição para efetuar os ajustes. Além disso, é importante definir a linha de centro e os planos de referência para melhorar o desempenho de um *setup*. Depois que todas essas medidas foram colocadas em prática, se desejado, pode-se partir para a mecanização do *setup* (SHINGO,2000).

2.2.5 Pontos importantes para o sucesso do SMED.

Além de cumprir com os quatro estágios da metodologia SMED, algumas outras ações podem auxiliar na redução do tempo de *setup*. Em primeiro lugar, é preciso persuadir os gestores e executivos da área sobre a necessidade de efetuar melhorias no *setup*, a partir de dados que comprovem as perdas decorrentes de operações ineficientes. Isso porque os esforços não terão sucesso caso não haja o apoio da empresa como um todo (SEKINE e ARAI,1992). Outro fator que favorece a implantação de projetos de melhoria de *setup* é a formação de um grupo de estudo dedicado à análise das operações de *setup*, composto por pessoas que estejam envolvidas com a execução do *setup*, como manutentores, operadores de máquina e técnicos (SEKINE e ARAI, 1992).

2.3 Estrutura de perdas e OEE – Overall Equipment Effectiveness

Segundo Nakajima (1988) a estrutura de perdas de um equipamento e/ou planta industrial considera quatro tipos gerais de perdas: paradas programadas, paradas não-programadas, perdas por desempenho e perdas de qualidade. Para isso, o autor considera diferentes tipos de tempos:

a. **Tempo de Calendário:** trata-se do tempo total disponível de um equipamento e/ou planta industrial. Por exemplo, uma unidade produtiva que trabalha com 3 turnos possui um tempo de calendário mensal de:

$$30 \text{ dias} \times 3 \text{ Turnos/dias} \times 8 \text{ horas/dias} = 720 \text{ horas.}$$

b. **Tempo de Carga (TC):** corresponde ao tempo total em horas que a empresa pretende operar durante um determinado período;

c. **Tempo de Operação (TO):** trata-se do tempo em que a planta industrial está realmente produzindo. Aonde vamos aplicar o conceito de SMED e trazer melhoria para este índice de produtividade;

d. **Tempo Efetivo de Operação (TEO):** é o tempo durante o qual a planta opera com a vazão real;

e. **Tempo Efetivo de Produção (TEP):** é o tempo líquido durante o qual a planta industrial esteve produzindo produtos conformes.

Na figura 2.3 pode ser descrito os conceitos de tempos operacionais que impactam diretamente o indicador de produtividade OEE (*Overall equipment Effectiveness*) (NAKAJIMA e FRANCISCHINE, 2011).

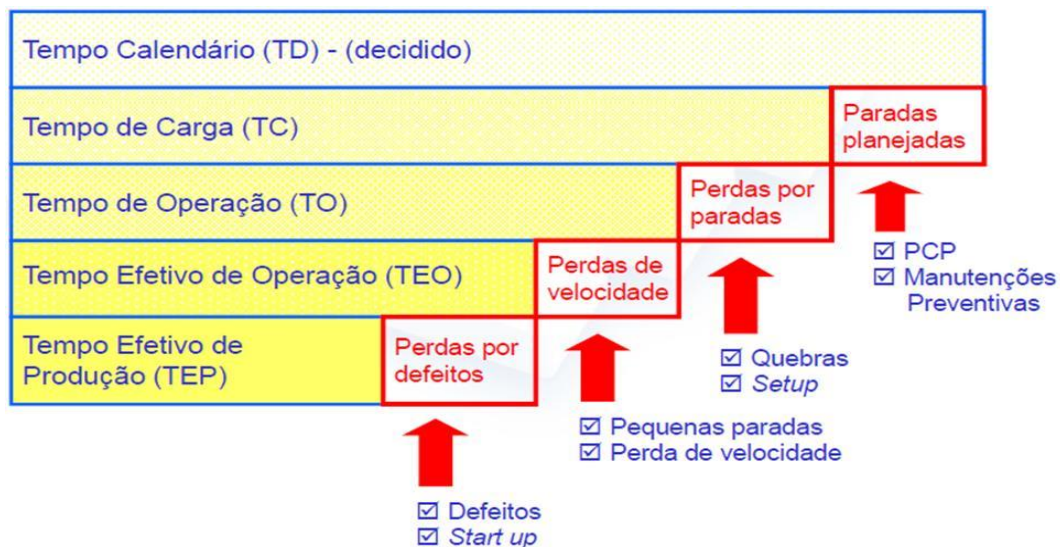


Figura 2.3 - Estrutura teórica das perdas para o OEE
 Fonte: Adaptado de Francischini,P.G. 2011

Segundo Nakajima (1988) são utilizados três índices para mensurar o OEE:

- ITO (Índice de tempo operacional):** mede a disponibilidade do equipamento e/ou linha, com base nas paradas não-programadas que ocorrem durante a produção, tais como perdas com *setup*, quebras e falhas de equipamentos e trocas de insumo;
- IDO (Índice de desempenho operacional):** mede a *desempenho* do equipamento e/ou linha, de acordo com as perdas com pequenas paradas e com diferença de velocidade (em relação à velocidade nominal da linha);
- IQ (Índice de qualidade):** mede a qualidade dos produtos acabados, ou seja, a quantidade de produtos bons, excluindo sucata e retrabalho, em relação à quantidade total produzida.

As perdas descritas acima podem ser visualizadas na Figura 2.3.1, tendo como base o tempo perdido em cada uma das parcelas do OEE, que contribuem para a redução da eficiência produtiva. Vale salientar que o indicador não é afetado pelas paradas programadas conforme Nakajima (1988), cuja definição pode variar de empresa para empresa. Por exemplo, há empresas que consideram como paradas programadas os finais de semana e feriados, testes de produção e manutenção preventiva, enquanto que outras empresas não admitem nenhum tipo de parada programada.

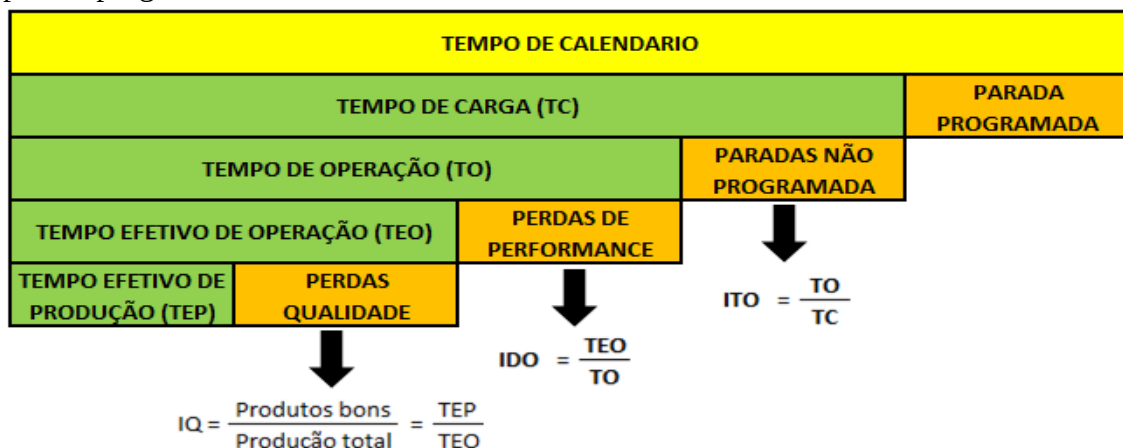


Figura 2.3.1 - Estrutura das perdas para calculo do OEE
 Fonte: Adaptado de Kanzawa (2006)

2.4. Estudo de Tempos

Segundo Barnes (1900), o estudo de tempos possibilita a obtenção do tempo ideal necessário, para que um determinado indivíduo (qualificado e/ou treinado), operando em ritmo normal, execute uma tarefa em observação. O resultado do estudo de tempos é a obtenção do tempo onde a pessoa treinada consegue desenvolver a tarefa específica, em um ritmo normal. Este tempo é definido como *tempo padrão* para operação.

Segundo Barnes (1900), os equipamentos necessários para realização do estudo de tempos são:

- a. Cronômetro sexagesimal;
- b. Máquina de filmar;
- c. Prancheta para observações.

2.4.1. Coleta e registro de dados

Os três métodos mais comuns para a leitura do cronômetro, segundo Barnes (1900) são:

a. *Leitura contínua*: neste modo o observador inicia a cronometragem no início do primeiro elemento e mantém o cronômetro em movimento durante o período de estudo. O observador registra a leitura do cronômetro ao fim de cada elemento em uma folha de observação.

b. *Leitura repetitiva*: neste método as medições são registradas imediatamente e, o cronômetro é zerado ao fim de cada elemento. Desta forma, os tempos são fornecidos de forma direta sem necessidade de subtrações.

c. *Leitura acumulada*: este método permite a leitura direta do tempo para cada elemento, utilizando dois cronômetros. Os cronômetros são montados juntos em uma prancheta de observações, sendo ligados por um mecanismo de alavanca, de tal forma que, quando se liga o primeiro, o segundo pára no mesmo instante de forma automática.

2.4.2. Quantidade de ciclos a cronometrar

Segundo Moribe (1996) é baseada em amostragem estatística e, portanto a acuracidade dos tempos padrões depende do tamanho da amostra.

Para este estudo será considerado o tamanho de 10 amostras com erro relativo de 5% para processo que mantém uma estabilidade nos tempos cronometrados, pode se reduzir o tamanho da amostra, ou, em outros casos, aumentar o tamanho da amostra até verificar a estabilidade do processo.

2.4.3 Ritmo de trabalho

Segundo Moribe (1996) é a velocidade dos movimentos resultantes da combinação, entre habilidade e esforço desenvolvidos pelo o operador, dentro de certas condições ambientais, e definido como padrão de movimentos.

2.4.4. Elaboração da folha de verificação

Segundo Viera (2012) o objetivo da folha de verificação é auxiliar o desenvolvimento do processo de troca de produto.

Durante a elaboração da folha de verificação é necessário listar todas as peças e passos requeridos na troca de ferramenta. A lista deve conter:

- a. Nome das peças;
- b. Especificações das peças;
- c. Quantidade de peças e ferramentas necessárias para o desenvolvimento do *setup*;
- d. Propriedade e valores das condições operacionais (temperatura, pressão e outros ajustes);

e. Valores numéricos de todas as medidas e dimensões.

A implementação da dupla checagem para eliminação de erros nas condições operacionais é interessante. A utilização deste método evita-se desperdícios de tempo causados por erros operacionais e testes.

O estabelecimento da folha de verificação é específico, ou seja, detalhado para cada equipamento ou operação deve ser adotado. Quanto maior as informações contidas, maior a facilidade de operador desenvolver o *setup*. A utilização de um geral pode tornar confuso o desenvolvimento das operações, sendo normalmente ignorado pelos operadores.

3.0 Método

A metodologia aplicada para a construção deste artigo foi a pesquisa-ação que é um tipo de metodologia de pesquisa no qual o pesquisador deve estar empenhado em solucionar algum problema através de uma ação. Portanto, para este tipo de pesquisa, o problema a ser solucionado torna-se objeto de estudo. Segundo Thiollent (2005, p16), uma das possíveis definições para esse tipo de pesquisa é a seguinte:

A pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema que estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2005, p16).

Assim sendo, para o sucesso do projeto e dos participantes foi necessário organizar um grupo de trabalho dedicado à análise das operações de *setup*, composto por pessoas que estejam envolvidas com a execução do *setup*, como manutentores, operadores de máquina e técnicos para colaborarem com a análises através de seus conhecimentos e se motivarem com a implementação do projeto (SEKINE e ARAI, 1992).

A participação de uma equipe multidisciplinar com as habilidades de *setup* foi de grande importância para o desenvolvimento do projeto e aplicamos as seguintes ferramentas:

- a. Mapeamento do fluxo de envase;
- b. Coleta de dados;
- c. *Brainstorming*;
- d. Diagrama de causa e efeito;
- e. Implementação dos quatro estágios do SMED;
- f. 5W2H(Plano de ações);

com a definição da metodologia e as ferramentas suporte, identificar e realizar as melhorias necessárias para cumprir os quatro estágios da metodologia SMED.

4.0 Resultados e Discursões

4.1 Descrição da empresa.

A Empresa esta sediada em São Paulo no estado de São Paulo é uma das principais produtoras de cosméticos na America Latina.

No Brasil além da fabrica de cosméticos possui três centros de distribuição espalhados pelo o território brasileiro responsável por garantir a entrega dos produtos.

Atualmente conta com 2.000 empregados na fabrica em São Paulo.

A manufatura é dividida em mini fábricas de tecnologias:

- a. Maquiagem: Pós compactos, Batons, Mascaras, Esmaltes;
- b. Fragrâncias: Líquidos e Óleos perfumados.;
- c. Cremes e Loções: Potes, Frascos e Bisnagas.

O projeto de implementação do SMED foi realizado na mini fábrica de cremes e loções na célula de produção bisnagas.

4.2 Situação das linhas de envase de bisnagas

A implementação do SMED foi feita na mini fábrica de cremes e loções na célula de envase de bisnagas plásticas.

Atualmente a célula de envase de bisnagas plásticas possui seis máquinas de envase com as respectivas capacidades e SKU's conforme as tabelas 4.2.1 e 4.2.2.

Célula	Linhas	E19	E22	E27	E28	E32	E34
	Formatos						
Bisnagas	19	0	32	0	32	32	0
	22	0	20	0	20	0	0
	30	5	5	5	37	37	0
	35	47	0	47	0	9	20
	40	20	0	20	0	4	0
	50	26	0	26	0	0	10
Total SKU's por linha de envase		98	57	98	89	82	30

Tabela 4.2.1 – Quantidade de SKU's por linha de envase de bisnagas

Fonte: Tabela adaptada da empresa estudada (2012)

Célula	Linhas	Utilização (%)			OEE%			Capacidade efetiva		
		Janeiro	Março	Abril	Janeiro	Março	Abril	Janeiro	Março	Abril
Bisnagas	E19	44%	80%	74%	67%	70%	70%	1.095.123	990.684	632.848
	E22	85%	105%	91%	68%	64%	73%	923.665	794.427	979.895
	E27	103%	112%	99%	62%	61%	64%	844.018	808.923	911.058
	E28	71%	87%	59%	73%	79%	82%	1.178.961	1.253.756	1.430.241
	E32	86%	30%	97%	53%	72%	70%	717.863	815.696	649.160
	E34	107%	66%	77%	64%	67%	77%	2.250.499	2.332.475	2.973.094

Tabela 4.2.2 - Dados de produtividade janeiro a março 2012

Fonte: Tabela adaptada da empresa estudada (2012)

Observa-se que o OEE da linha de produção E27 é o menor comparando com as demais linhas de produção e está gerando uma falta de capacidade produtiva que o índice de utilização está acima de 100% ocasionando atraso nas produções e despesas com produção terceira para absorver o gap de produção, isso devido ao número de *setup* e SKU's que são direcionados a esta linha.

Conforme o Gráfico 4.2.3 pode observar as horas de *setup*, onde apresenta a linha E 27 como a mais crítica entre as demais linhas com 223 horas em *setup* neste período.

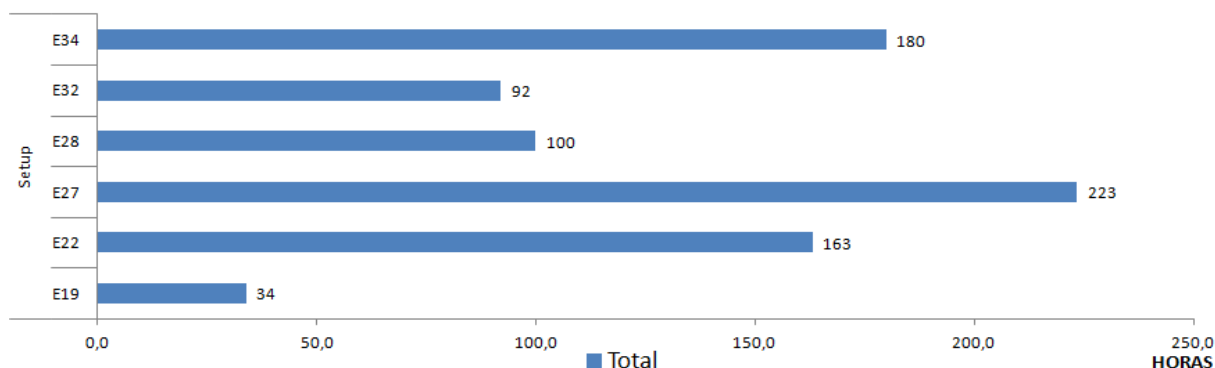


Gráfico 4.2.3 - Tempo de *setup* por linha de envase (janeiro a março de 2012)

Fonte: Empresa estudada (2012)

A análise realizada no tempo total de *setup* no período de janeiro a março 2012 nas linhas de envase de bisnagas foi identificado que na linha E-27 fica muitas horas em *setup* impactando nas horas disponíveis para produção, portanto o projeto de implementação da ferramenta SMED ocorreu nesta linha.

4.3 Implementação do SMED.

4.3.1 Fluxo de envase e fechamento da bisnaga.

Para facilitar o entendimento do time multidisciplinar foram detalhadas as atividades de funcionamento da máquina de envase e a identificado os pontos de *setup* conforme a figura 4.3.1.

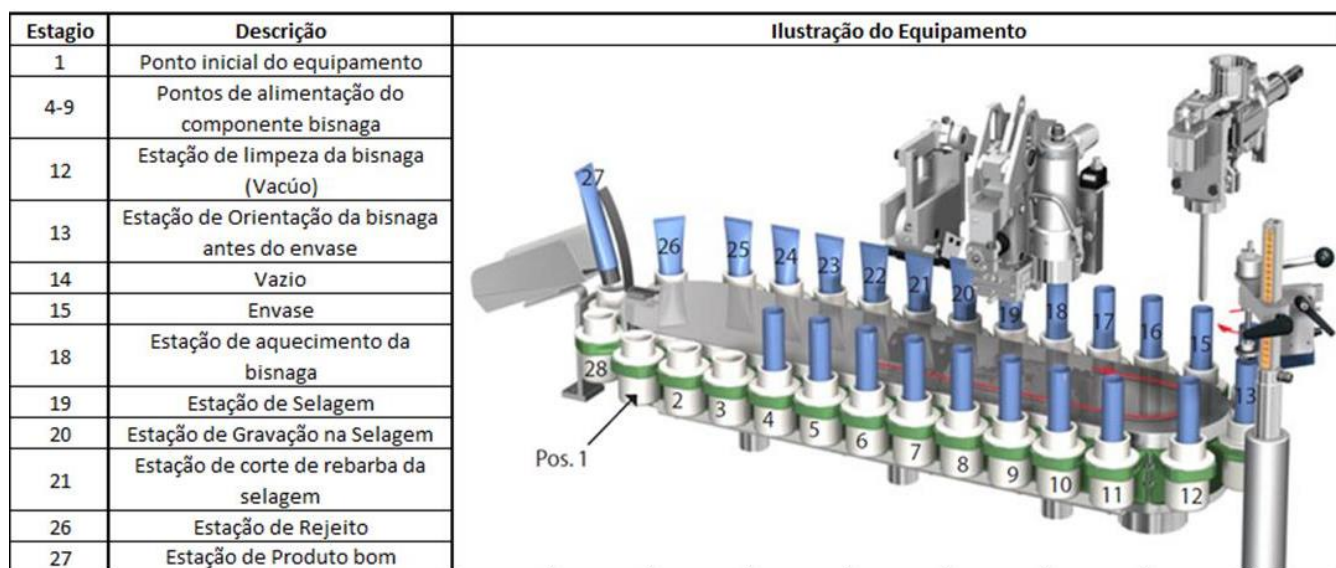


Figura 4.3.1 - Mapeamento do fluxo de envase

Fonte: Adaptador do fornecedor de máquina NORDEN (2000).

4.3.2 Coleta dos tempos de *setup*.

Os tempos de *setup* foram obtidos através de cronometragem, gravação e prancheta para anotações, coletando-se uma amostra diária no período de dez dias úteis no período de abril de 2012 de forma aleatória entre turno conforme a tabela 4.3.2

Coleta dos Tempos de Setup - Linha E27						TEMPO MEDIO SEMANAL	
TURNO	2ºT	2ºT	1ºT	2ºT	1ºT	1ª Amostragem	
DIAS	08/abr	09/abr	10/abr	11/abr	12/abr	Tempo medio (min)	
Tempo (min)	90	90	101	96	110	97,4	
TURNO	1ºT	1ºT	2ºT	1ºT	2ºT	2ª Amostragem	
DIAS	15/abr	16/abr	17/abr	18/abr	19/abr	Tempo medio (min)	
Tempo (min)	120	110	100	105	90	105	

Tabela 4.3.2 - Coleta dos tempos de preparação em abril 2012

Fonte: Dados da empresa estudada (2012)

Fazendo a análise nos dados coletados, foi possível concluir que a média dos tempos praticados para a preparação de máquina entre os dois turnos foi de 101,2 minutos e o desvio padrão de 10,15 minutos. Estes tempos foram utilizados como base de comparação para o estabelecimento das metas de redução de tempos após a implementação da metodologia.

4.3.3. Brainstorming e elaboração do diagrama de causa efeito

Após a cronometragem e a gravação do *setup*, foi reunido o time multidisciplinar e foram analisadas todas as etapas e aplicado a técnica de *brainstorming* que auxiliou o grupo a criar ideias e fomenta a discussão com foco de melhoria nas atividades, organização e tempo, as quais foram muito úteis ao processo de resolução do problema e estratificação das ideias e exemplo na figura 4.3.3 o diagrama de causa e efeito.

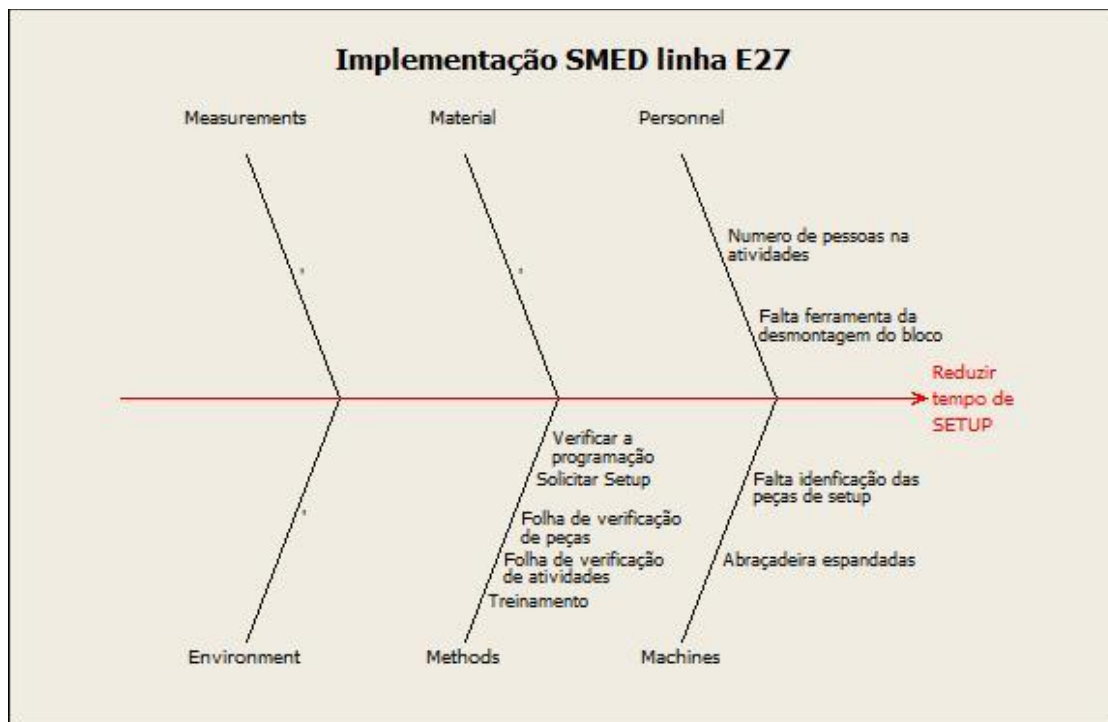


Figura 4.3.3 - Diagrama de causa-e-efeito (Minitab V.16)

Fonte: Autor (2013)

Os principais pontos de variação identificado do processo foram:

- Falta de padrão para execução das atividades;
- Folha de verificação das peças e atividades;
- Não conhecimento sobre o equipamento;
- Desorganização ao manuseio de peças e ferramentas;
- Falta de identificação das peças e ferramentas.

Após analisar das gravações do *setup* e o *brainstroming* com o grupo, foi identificado que não havia um processo definido para o *setup* da linha E-27, contribuindo com a criação da folha de verificação de atividades e folha de padronização das peças e ferramentas de *setup*. Conforme anexo 1 e anexo 2.

4.3.4. 1º Estágio: Separar *setup* interno e externo.

Com a realização das folhas de identificação de peças e folha de verificação das atividades foi possível fazer o detalhamento das principais atividades do *setup* identificado as com *setup* interno ou externo conforme figura 4.3.4.1

4.3.5. 2º Estágio: Converter *setup* interno em externo.

A partir da figura 4.3.4.1 provida do 1º estágio da ferramenta SMED, foi identificado oito atividades do *setup* da linha E 27 que eram considerados *setup* interno que podem ser convertidos em *setup* externo.

Sequência	Atividades	TIPO DE SETUP (Antes)		TIPO DE SETUP (Depois)	
		Interno	Externo	Interno	Externo
1	Desmontando bloco de envase	X		X	
2	Retirando apoiador fotocelula	X		X	
3	Montando o bloco na máquina	X		X	
4	Montando a fotocelula	X		X	
5	Colocando o pino do bloco	X		X	
6	Trocando os copos	X		X	
7	Limpando a máquina	X		X	
8	Trocando hot Air	X		X	
9	Abrir ar e água do Hot Air	X		X	
10	Retirar apoiador de bisnaga	X		X	
11	Procurando ferramenta	X			X
12	Engate mangueira de envase	X		X	
13	Engatar mangueira e tirar luneta	X		X	
14	Pedir agua para lavar tubulão	X			X
15	Pegando ferramenta para desmontar bloco	X		X	
16	Montando bloco	X		X	
17	Montando o alongador na luneta	X			X
18	Organizando carrinho com as peças do setup	X		X	
19	Ajustando Balancin	X		X	
20	Ajustando calha da saída de bisnaga	X		X	
21	Ajustando apoiador de bisnaga	X		X	
22	Fazendo limpeza	X		X	
23	Ajustando fotocelula	X		X	
24	Ajustando altura do bico	X		X	
25	Ajustando conjunto de selagem	X		X	
26	Ajustando altura do mordente	X		X	
27	Retirando mangueira de lavagem	X		X	
28	Colocando luneta	X		X	
29	Pedir sanitizante	X		X	
30	Pedir liberação de F.I. (carregar máquina)	X			ELIMINAR
31	Preenchendo rótulo de limpeza	X			X
32	Sanitização	X			X
33	Ar mangueira de drenagem no box de lava	X			ELIMINAR
34	Colocando componentes na linha	X		X	
35	Descarregar sanitizante	X		X	
36	Ir ao processamento pedir água desmi	X		X	
37	retirando água	X		X	
38	Swab test	X		X	
39	Carregando a máquina de F.I.	X		X	
40	Ajustando parâmetros	X		X	
41	Ajustar selagem	X		X	
42	Ajustar peso	X		X	
43	Ajustar selagem	X		X	
44	Alinhando corte da faca	X		X	
45	Verificando corte	X		X	
46	Acertando peso	X		X	
47	Ajustando mordente	X		X	
48	Verficando peso	X			X

Figura 4.2.3.1 - Atividades identificadas no *setup* da linha E27

Fonte: Autor, (2013)

4.3.6 Plano de Ação

A implementação do 2º estágio da ferramenta SMED (converter *setup* interno em externo) resultou-se em um plano de ação para eliminar duas atividades e converter seis atividades em *setup* externo com a realização do check list houve uma redução em 20% das atividades internas conforme figura 4.3.6

Plano de ação 5W 2H - SMED NORDEM E-027								
Item	O que? (What?)	Onde? (Where?)	Como? (How?)	Por que? (Why?)	Quem? (Who?)	Quanto custa? (How much?)	Quando? (When)	Status
10	Procurar ferramenta antes do setup	próximo a linha a ser feito Setup	Elaborar folha de verificação	O local da escada fica distante da linha	Júlio	0	29/05/2012	Concluída
14	Mangueira para lavar tubulão	No Tubulão	Incluindo na OS de Setup para que seja enviada com o Kit de Setup	Mangueira fica no Setup	Adilson	0	29/05/2012	Concluída
17	Encontrar programação	Próximo a linha do celofane	Elaborar uma Lup para que não seja retirada do local	A programação desaparece do seu local	Júlio		29/05/2012	Concluída
30	Verificando a programação	Próximo a linha do celofane	Lup de impacto causado ao mudar a programação após o início do setup	Para todos os funcionários envolvidos saberem o impacto de suas ações dentro do processo	Kátia		29/05/2012	Concluída
31	pedir setup	próximo a sala do label	O setup deverá ser pedido antes de acabar a produção - 1,5 hora antes de iniciar o próximo produto - LUP (RESGATAR)	É Setup externo	Sérgio		29/05/2012	Concluída
32	pedir água para lavar a linha	No prossessamento	Usando rádio	Para retirar residuo de FI da tubulação	Alessandro		10/05/2012	Concluída
33	Montar bloco no carrinho para colocar na máquina	sobre o carrinho de Setup	P para que seja feito a montagem antes	É Setup externo	José Alves		10/06/2012	Concluída
48	Verificar peso do produto no início de produção	Na balança automatica na linha	Comprando e instalando este equipamento	É Setup externo	José Alves	R\$ 15.000	10/06/2012	Concluída

Figura: 4.3.6 - Plano de ação de implementação SMED

Fonte: Autor,(2013)

4.3.7 Estágio: Simplificar as operações de *setup*.

Após implementar o estágio 1 (separar *setup* interno em externo) e o estágio 2 (converter *setup* interno em externo) da metodologia SMED e com os seus plano de ação realizados, o próximo passo é concentrar todos os esforços para simplificar a quantidade de atividades de *setup* que são possível realizar em simultaneidades nas operações de *setup*. A tabela 4.3.7 apresenta o estreitamento do *setup* com a elaboração do novo padrão de atividades devido o incremento de duas pessoas durante o *setup* para realizar atividades simultâneas e o outro ponto importante para redução foi a treinamento aos operadores e organização dos seus carrinhos de ferramentas eliminando tempos precisos de busca de ferramenta ou despreparo para a realização do *setup*. Após esta implementação tivemos uma redução nas atividades de *setup* em 52% e que contribuiu no aumento de horas produtivas nas horas de *setup* e alavancando a capacidade efetiva da linha de produção.

4.4 Análise dos resultados

Apos implementação da metodologia SMED na linha E27, podemos observar o ganho de produtividade no indicador de *setup*/tempo no gráfico 4.4 após a aplicação da metodologia SMED que foi possível reduzir o tempo de médio de *setup* da linha E-27. A coleta de dados foi realizada em junho de 2012. Assim foi possível comparar o tempo de *setup* com o processo atual versos o anterior coletado em abril de 2012.

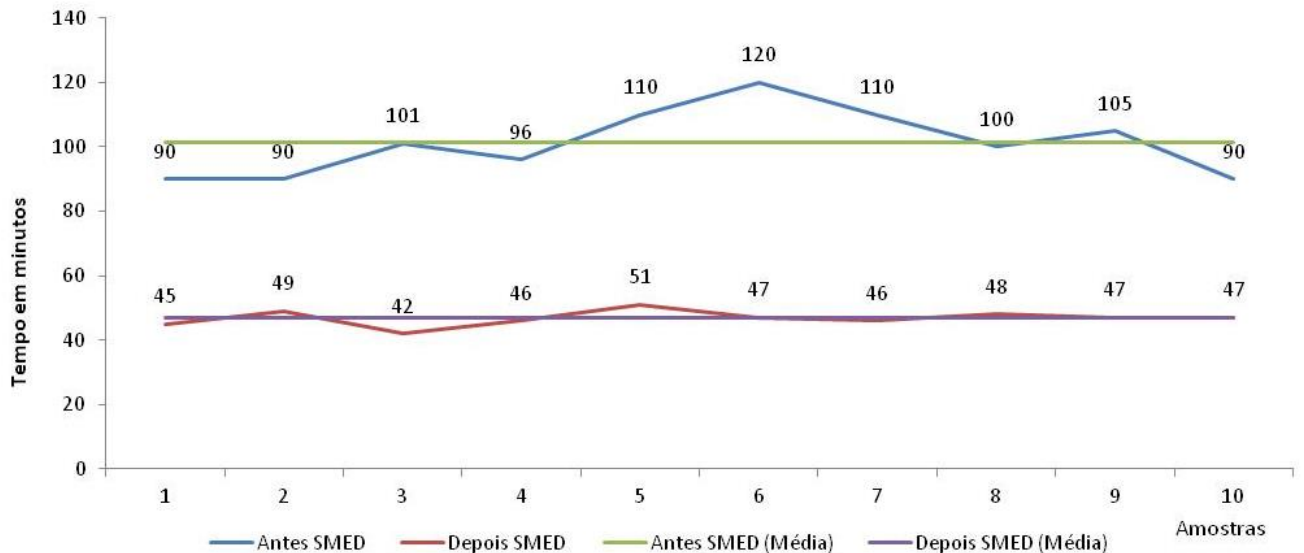


Gráfico 4.4.1 - Tempo de *setup* comparativo abril/junho 2012.

Fonte: Autor (2013)

Com base no gráfico 4.4 o tempo médio de *setup* na linha E27 é de 47 min após a implementação da ferramenta SMED, contribuiu com uma redução de 52% do tempo médio praticado anteriormente de 101 min.

Analisando os resultados ao longo do ano, é perceptível uma significativa redução no tempo de duração de *setup* da linha. O processo de troca de produto durante o ano pode ser dividido em dois momentos conforme o gráfico 4.4.2.

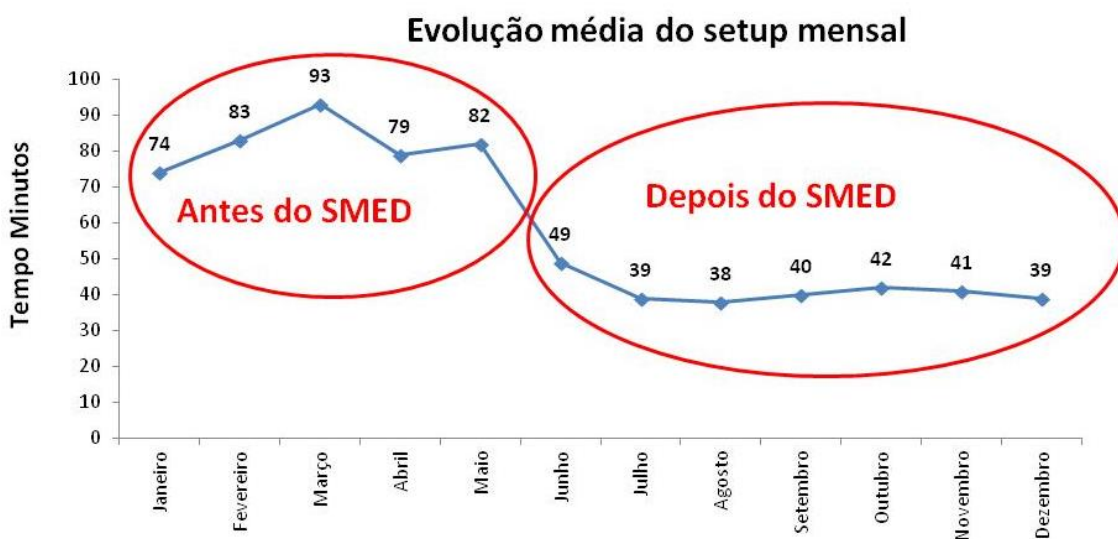


Gráfico 4.4.2 - Evolução média do setup de *setup*.

Fonte: Adaptado da empresa estudada (2012)

- Antes do SMED (janeiro a março de 2012): o tempo médio de *setup* foi de 83 min;

b. Depois do SMED (julho a dezembro de 2012): o tempo médio de *setup* foi de 40 min. Desta forma, é possível concluir que o trabalho de implementação do SMED possibilitou uma queda de aproximadamente 52% no tempo médio de *setup* da linha E-27 gerando horas disponíveis para a produção. A transformação deste tempo disponível em produtividade é quantificada pelo ITO (Índice de Tempo Operacional). O gráfico 4.6 apresenta a evolução do ITO durante o ano de 2012:

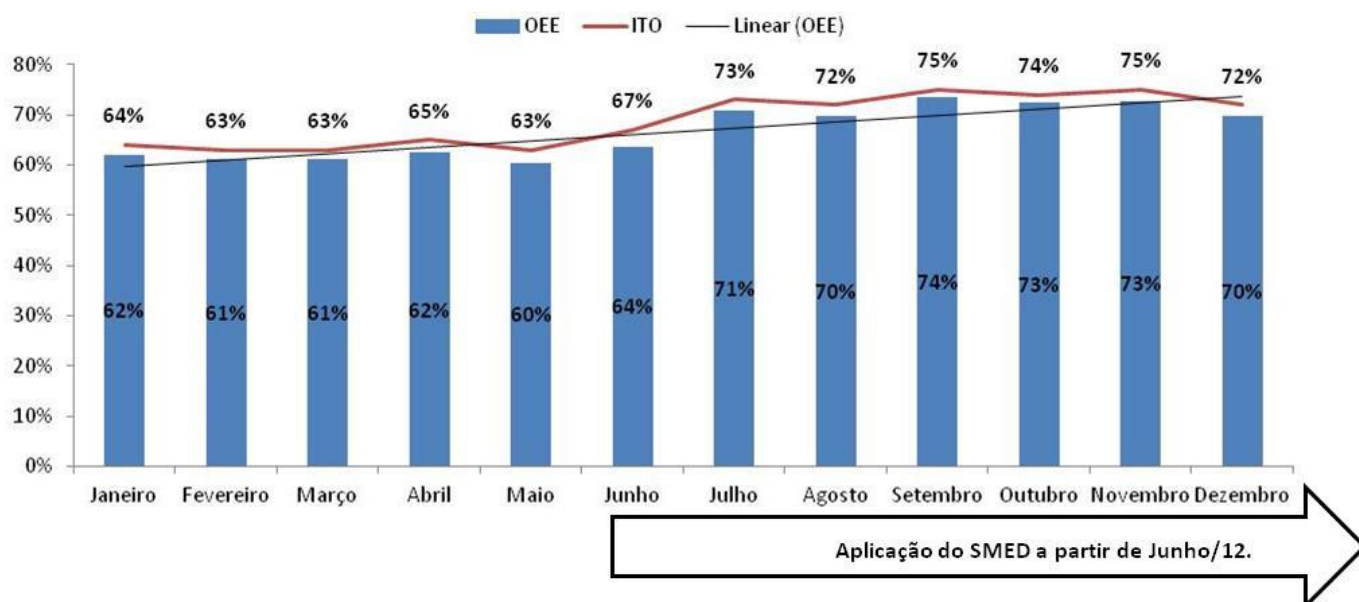


Gráfico 4.4.3. - OEE do ano 2012, e a evolução do índice ITO

Fonte: Adaptado da Gestão da produção

Confirmamos a melhoria no (Índice de tempo operacional) mede a disponibilidade do equipamento e/ou linha, com base nas paradas não-programadas que ocorrem durante a produção, onde o foco do projeto foi melhoria do tempo de *setup* e este projeto alavancou o que equipamento em 9% de horas disponíveis, assim a linha de produção que tinha de média de OEE de janeiro a junho de 65% fechou o ano com média de 73% beneficiando a produção em 4.000,00 unidades ano.

Outro resultado relevante ao sucesso da aplicação do SMED na linha E27 foi a elaboração da folha de verificação ou *checklist* de peças e atividades do processo de *setup* ver ([Anexo 1](#) e [Anexo 2](#)), este processo é forma de garantir a padronização das atividades de preparação da linha entre turnos.

5. Conclusões

O projeto de implementação do SMED (*Single Minute Exchange of Dies*) para a redução do tempo de *setup* desenvolvido na linha de envase de bisnagas plásticas foi pioneiro na célula de produção. A longa duração do processo de troca de produto, no setor de embalagem, é um dos principais motivos da queda eficiência produtiva. Desde o início, o trabalho não tinha o objetivo de atingir o dígito único, porém a expectativa de um resultado significativo era grande. Os resultados obtidos construíram com a redução do tempo de duração do processo de troca de produto (redução de 52% no tempo de *setup*) e, consequentemente, o aumento da eficiência produtiva da linha de envase (aumento de 5% no ITO). As melhorias qualitativas são: implementação de um processo mais enxuto de *setup* e a obtenção de recursos e ferramentas que permitem desenvolver os ajustes de equipamento de forma simplificada. Importante ressaltar que os resultados alcançados foram devido à colaboração e comprometimento geral da equipe de projeto: a gerência e a supervisão pela coordenação e, os

operadores de linha pela motivação e pelo interesse em melhorar o processo produtivo. A chave do sucesso foi quebrar a resistência que havia por parte dos operadores em implementar o SMED. A aderência total ao projeto foi conseguida após a obtenção de resultados significativos em testes práticos (baixo tempo de *setup*). Estes resultados comprovaram que a metodologia SMED é adequada para redução do tempo de processo de troca de produto em qualquer seguimento industrial.

Durante o desenvolvimento de novos equipamentos é muito importante terem este conhecimento de SMED. Além disso, para que projeto seja implementado nas demais linhas de produção da fábrica, é fundamental que a empresa forneça aos colaboradores treinamentos focado no assunto, estimulando todos a adotar um olhar mais crítico e voltado para a detecção de potenciais melhorias.

6. Referências Bibliográficas

ARAI, K. SEKINE, K. *Kaizen for Quick Changeover: Going beyond SMED.* Cambridge, MA. Productivity Press Inc. 1992

BARNES, R.M. *Motion and time study,* New York, John Wiley & Sons, 7º ed., 1900.

CORRÊA,H.L.;CORREA,C.A. *Administração de Produção e de Operações.* São Paulo: Atlas Editora 2012.

COSTA NETO,P.L.O. *Estatística,* São Paulo, Edgard Blucher,2002

FRANCISCHINI, P.G. *Apostilas de administração da produtividade,* São Paulo, 2011.

GUEDES, M.T. *Redução dos tempos de setup de linha de envase em uma indústria de cosméticos,* São Paulo 2009.

KANZAWA, C.T. *Aplicação do Single Minute Exchange of Die em uma Industria Farmaceutica,* São Paulo,2006.

MORIBE, O.M. *Técnicas e Ferramentas de Analises de tempos e Métodos,* São Paulo 1996.

NAKAJIMA, S. *Introdução ao TPM: Total Productive Maintenance.* São Paulo: IMC Internacional Educativos, 1989.

NORDEN Machinery. *Technical manual* 2001.

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

SHINGO, S. *Sistemas de produção com estoque zero.* Porto Alegre: Bookman Editora , 1996.

SHINGO, S. *O Sistema de Troca Rápida de Ferramentas.* Porto Alegre: Bookman Editora, 2000.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-ação,* São Paulo: Cortez Editora, 2005.

VIERA; S. *Estatística. Para a Qualidade,* São Paulo, Editora Campus, 2012.

ANEXO

LISTA DOS FORMATOS DAS NORDENS E022, E027, E032									
Fotos e nome das Peças de Set up	Quant.	Bisnaga	Bisnaga	Bisnaga	Bisnaga	Bisnaga	Bisnaga	Bisnaga	
		Ø 19,00 mm	Ø 19,00 mm	Ø 19,00 mm	Ø 30,00 mm	Ø 35,00 mm	Ø 40,00 mm	Ø 50,00 mm	
	Virador de bisnaga	1							
	Apoiador de bisnaga	1							
	Apoiador de fotocelula	1							
	Copo de enchimento	22							
	Calço para copo	22							
	Pistão de enchimento	1							
	Valvula de enchimento	1							
	Bico de enchimento	1							
	Hot air interno	1							
	Hot air externo	1							
	Bloco de enchimento	1							
	Luneta / funil	1							

Anexo 1 - Plano de ação de implementação do SMED
 Fonte: Empresa estudada (2012)

ANEXO

Check list de Atividade do SETUP			
Nº	ATIVIDADE	SIM	NÃO
1	Tirando a luneta		
2	Conectando mangueira do dreno		
3	Pegando ferramenta		
4	Desmontando bloco		
5	Tirando pistão		
6	Montando o bloco		
7	Trocando abaixador de bisnaga		
8	Tirando virador de bisnaga		
9	Colocando virador de bisnaga		
10	Tirando os copos		
11	Ir fecha a água e o ar		
12	Trocando hot air		
13	Ir abrir a água e o ar		
14	Trocando o mordente		
15	Trocando o mordente		
16	Soltando o conjunto do suporte da faca		
17	Trocando as facas		
18	Regulagem abertura da calha		
19	Colocando componentes		
20	Operando com o jog		
21	Ajustando abaixador e virador de bisnaga		
22	Regualando abaixador		
23	Regulando altura		
24	Ligar a maquina		

Anexo 2 - Check list de atividades do *Setup*.
 Fonte: Empresa estudada (2012)