ESTUDO DE CASO DA METODOLOGIA SMED: QUESTÕES OPERACIONAIS PARA IMPLANTAÇÃO EM TORNOS CNC

Marcelo Alves Pereira (UFSCAR)
m1ap@ig.com.br

A metodologia SMED - Single Minute Exchange of Die, de Shigeo Shingo, desenvolvida no Japão entre 1950 e 1969 é referência quando se trata da redução de tempos de setup em máquinas, e será detalhada no decorrer deste artigo. Este trabalho ppropõe-se a realizar um estudo das questões de ordem operacional que envolvem o SMED em tornos CNC de uma empresa do setor odontológico. Na empresa estudada, o projeto para implantação do SMED foi proposto pelo setor de métodos e processos, que coordenará suas ações. As questões operacionais são entendidas pelas atividades que acontecem antes, durante e depois da metodologia. A proposta é demonstrar que o SMED, sem o apoio de outras ferramentas, não consegue se sustentar e atingir aos propositos de melhoria.

Palavras-chaves: Setup, Lean Manufacturing, Procedimentos, Sinergia

1. Introdução

Nestes tempos de intensa competitividade, onde as fronteiras comerciais expandem-se cada vez mais, as empresas estão sendo forçadas a melhorar, muitas vezes não porque queiram, e sim por imposição da concorrência e do mercado. A concorrência está fazendo as empresas agirem cada vez mais rapidamente, e a busca incessante por novas metodologias, sistemas, equipamentos e conhecimentos têm possibilitado ganhos para a produtividade cada vez maiores.

Uma prioridade nas empresas, nesse ambiente, é a produtividade. Para Martins e Laugeni, (2006) as empresas têm sofrido pressão do mercado no sentido de baixarem os preços de vendas, forçando dessa forma, a baixarem na mesma proporção, ou de forma mais acentuada, os custos dos insumos. Por insumos entende-se que estão envolvidos também o tempo gasto com setups, ou seja, é necessário reduzí-los contribuindo para a redução nos custos de produção.

O desenvolvimento do conceito SMED – Single Minute Exchange Die levou 19 anos para ser concluído, sendo descrito por Shingo a partir de três experiências: em 1950 na planta Mazda da Toyo Kogyo em Hiroshima, em 1957 no estaleiro da Mitsubishi Heavy Industries também em Hiroshima e em 1969 na planta principal da Toyota Motor Company (SHINGO, 2000).

Segundo Shingo (2000) os aspectos finais da metodologia foram estimulados a pedido da Toyota, quando de sua experiência de 1969 nos trabalhos para redução de tempo de *setup* de quatro horas para noventa minutos em uma prensa de 1000 toneladas. Existe uma certa confusão quanto ao desenvolvimento da metodologia, pois alguns autores afirmam que a metodologia foi desenvolvida a pedido da Toyota, no entanto, segundo Shingo, a aplicação na Toyota só aparece 19 anos depois dele iniciar seus trabalhos para estruturar a metodologia.

Este artigo tem por objetivo identificar como a empresa operacionalizou a implementação da metodologia, bem como evidenciar que o SMED como é o caso da empresa estudada, se apoiou na estrutura criada pelo Lean Manufacturing, implementado a partir de 2004.

O trabalho foi desenvolvido por meio de estudo de caso em uma empresa metalúrgica do ramo odontológico, e os dados foram coletados no período de fevereiro e março de 2008. O artigo foi organizado da seguinte maneira: no item 2 apresentam-se os princípios da metodologia SMED, no item 3 apresenta-se a empresa, no item 4 apresenta-se o projeto e sua implantação, no item 5 apresentam-se os resultados das metas propostas, no item 6 apresenta-se a geração de procedimento e divulgação dos resultados e, no item 7 , finalizando, encontram-se as conclusões do artigo.

2. Metodologia SMED

A metodologia desenvolvida por Shigeo Shingo, denominada SMED – Single Minute Exchange of Die, e que pode ser traduzida por troca rápida de ferramenta em um digito de minuto, propõe que os setups sejam realizados em até 10 minutos, tempo possível de ser atingido a partir da racionalização das tarefas realizadas pelo operador da máquina.

Shingo (2000) descreve o nascimento da metodologia SMED a partir da observação crítica sobre os procedimentos que envolviam prensas de estampagens da planta da Mazda da Toyo

Kogyo em Hiroshima no ano de 1950, Relata que um operário gastou mais de uma hora para providenciar um parafuso que faltava para montar a matriz, e que ele havia pego um parafuso mais comprido de uma outra máquina, cortado e feito nova rosca. Shingo entendeu então que era inadmissível parar a operação de uma prensa de 800 toneladas por causa de um parafuso, e estabelece um procedimento para o *setup externo*, ou seja, verificar se os parafusos necessários estavam prontos para o próximo *setup*. O autor identifica naquele momento que haviam dois tipos de *setup*, o interno e o externo.

Paralelo aos trabalhos de Shingo, a Toyota começava uma revolução silenciosa. Ohno (1997), logo após a 2ª. guerra (1945), relata o desenvolvimento do Sistema Toyota de Produção, baseado na absoluta eliminação do desperdício, tendo como pilares necessários à sustentação de seu sistema o **just in time** e a **autonomação**, ou automação com um toque humano. Ohno estudou também, no final da década de 40, o **Kanban** baseado nos princípios de reposição de estoques dos supermercados americanos.

As técnicas desenvolvidas pela Toyota (Ohno) e o SMED (Shingo) iniciam-se no período pós-guerra e são aperfeiçoadas lentamente. Dois pontos de referência nessa cronologia podem ser considerados os anos de 1962, quando a Toyota consegue finalmente estabelecer o Kanban em toda a empresa, e o ano de 1969, quando Shingo formaliza a metodologia SMED.

Obviamente o que hoje conhecemos por Sistema Toyota de Produção (Lean Manufacturing) não parou de evoluir e se difundir mundo afora, bem como a própria metodologia de Shingo que se tornou alvo de freqüentes estudos.

Como a característica da metodologia SMED é a redução sistemática dos tempos de *setup*, ela vai ao encontro do Kanban, que é a fabricação em pequenos lotes, e que tem como característica a realização de um maior número de *setups*. Para Sipper e Bulfin (1997) a redução de setup é um elemento que indica se uma organização tem uma cultura de produção dirigida ao mercado, podemos afirmar com toda certeza que SMED e KANBAN acabaram se complementando, atendendo aos mercados com uma série de vantagens como: velocidade, qualidade, variedade, custo e outras.

A seguir apresenta-se os estágios conceituais da aplicação da metodologia SMED conforme (SHINGO, 2000):

Estágio inicial: setup interno e externo não se distinguem

O estágio inicial é marcado pelos tempos reais vigentes, é necessário nessa fase que se identifiquem, através de cronometragens, os tempos gastos em cada fase do setup. Devem ser utilizados não só cronômetros, como também filmadoras, caso a operação seja muito complexa ou demorada. É importante que seja dada especial atenção ao operador que realiza a tarefa, pois somente ele poderá identificar o que faz e os problemas externos que afetam a operação e preparação da máquina, pois nem sempre os atrasos podem ser atribuídos à forma de executar suas atividades.

Estágio 1: separando setup interno e externo

Nesta fase se organizam as atividades, classificando e separando-as em tempos internos que são realizadas com a máquina parada, e tempos externos, que podem ser realizadas com a máquina em operação.

Estágio 2: convertendo setups internos em externos

Nesta fase busca-se converter os estágios considerados internos em externos, o operador deverá buscar padronizações nas ferramentas para realizar o máximo de tarefas possíveis, é possível que se estabeleçam fixadores ou suportes permanentes das ferramentas, para que ao se parar a máquina substitua-se somente tal fixador ou suporte e não tudo o que neles ficam contidos.

Estágio 3: melhoria permanente nas operações da máquina

Nesta fase a busca da melhoria não se resume somente à máquina, mas a tudo que esta relacionado a ela, como a melhoria na estocagem e transporte de matrizes, navalhas, guias, batentes e etc., eliminação de ajustes, implementação de operações em paralelo e outras. O terceiro estágio opera no sentido de que muitos tempos de *setup* não são reduzidos logo num primeiro trabalho, sendo necessários que se repitam os estágios conceituais até que se alcancem os menores números possíveis.

3. Caracterização da empresa

A empresa atua no segmento odontológico desde os anos 40, tendo grande penetração no mercado interno e externo, exportando para vários países, sendo que sua fábrica é considerada uma das 7 maiores do mundo, possuindo atualmente aproximadamente 300 funcionários em sua planta no município de Ribeirão Preto, interior de São Paulo.

A empresa possui desde 1995 a certificação ISO 9001, bem como o selo da comunidade européia, atestando a qualidade de seus produtos. Em 2003 recebeu a certificação da versão ISO 9001-2000, sendo o primeiro fabricante da área a receber na América Latina esse certificado. Em 2003 recebeu também o certificado ISO 13485, atestando que a empresa está de acordo com as regulamentações do sistema da qualidade para equipamentos da área de saúde e de acordo com a legislação Européia (93/42/EEC). A empresa possui também o selo INMETRO para seus produtos.

Uma das grandes transformações ocorridas na empresa, foi a introdução a partir de 2004 do Lean Manufacturing, com várias de suas ferramentas, introduzindo inclusive o sistema Kanban, que atualmente responde por aproximadamente 70% de sua fabricação, e o restante (aproximadamente 30%) orientada pelo sistema MRP. Martins e Laugeni (2006) mencionam que é possível ter os dois sistemas operando simultaneamente na mesma empresa, para produtos diferentes, um de demanda estável e outro de demanda variável.

Em 2005, após o início da Lean Manufacturing na empresa, ainda sem conhecer o método SMED, foi realizado um estudo na denominada "célula verde", estruturada quando da implementação da Lean Manufacturing, que buscava a melhoria dos tempos de preparação e acabou levando a redução de tempos de setup. A metodologia Lean motivou esse trabalho de melhoria, e pode-se observar que existe uma sinergia entre o SMED e o Lean.

O estudo realizado buscava a otimização das peças produzidas nos tornos TNS placa e barra da célula verde, tendo sido implementadas as seguintes modificações:

a) As peças usinadas naqueles tornos passariam a ser de aço, para reduzir a limpeza da máquina quando fosse produzir outra peça;
b) Um novo estudo definiu a melhor disposição das ferramentas, minimizando a troca entre uma peça e outra;

c) Compra de suportes para ferramentas, que ficaram dedicados aos tornos da célula, evitando dessa forma o excesso de vezes que é necessário definir o ATC;
d) Os *setups* originais que eram de 152,0horas/mês foram reduzidos para 47,7horas/mês, inclusive considerando o Kanban de sinal;
e) Conclusão da implantação dos kanbans das peças que eram usinadas naquela célula de produção.

O relato da experiência ocorrida no início de 2005, ainda que a empresa desconhecesse a metodologia SMED, pode ser amparado pela filosofia do Sistema Toyota de Produção, onde a observação atenta aos movimentos dos trabalhadores é a chave para compreender muitos problemas e desperdícios na empresa.

Segundo Ohno (1997), a análise cuidadosa de qualquer área de produção revela desperdício e oportunidades para melhorias. Não pode compreender a manufatura simplesmente caminhando e observando pela área de trabalho, deve-se ver o papel e a função de cada área no processo geral e, através de uma observação atenta, dividir o movimento dos trabalhadores em desperdício e em trabalho produtivo.

4. O projeto e sua implantação

Aprovado o projeto SMED pela direção da empresa, o setor de métodos e processos deu início às ações. A primeira delas foi reunir o pessoal da área de fabricação para explicar o que era o Projeto SMED e quais eram seus objetivos, além de conscientizar os empregados de sua importância para o sucesso do programa, que teria uma implantação gradual e sem imposições. Foi explicitado também que seus esforços seriam recompensados, prática que a empresa já adota para outros programas.

Foi definida pela empresa como ponto de partida da aplicação do SMED, aquele que era considerado o maior gargalo da empresa, o setor de usinagem. O objetivo inicial colocado aos trabalhadores era que a empresa buscaria uma redução inicial dos setups em 50%, ainda que o SMED buscasse trabalhar com um dígito. A preocupação inicial era de melhorar o suficiente para atingir pelo menos 50% dos *setups* atuais. O setor de métodos e processos justificou essa meta como sendo o ideal para que se pudesse abranger toda a fábrica em um menor prazo, de forma a distribuir melhor os benefícios e sinalizar que a implantação estava ocorrendo.

O setor de métodos e processos acreditava que reduzir em 50% os setups atuais não seria complexo, em virtude de que observações preliminares no setor de usinagem, bem como em outros setores, evidenciavam problemas de organização dos processos de trabalho, o que foi comprovado facilmente enquanto se acompanhava os trabalhos de medição dos *setups* atuais.

Foram definidas as máquinas (tornos CNC) que seriam inicialmente acompanhadas, e formaram-se três equipes de torneiros, uma para cada turno, compostas de 3 preparadores (torneiros) para o primeiro turno, 2 para o segundo turno e 1 para o terceiro turno. A função desses preparadores era de organizar e controlar o estoque de todas as ferramentas para os três turnos. A empresa definiu também que os preparadores, e não os operadores, seriam doravante os responsáveis por realizar o setup, fazia parte da equipe também um funcionário para a coleta dos tempos de setup e filmagem dos processos, funcionário esse que ficava responsável por alimentar o banco de dados.

O funcionário indicado para coletar os dados foi orientado a não interferir de forma alguma. Ainda que os torneiros soubessem o que estava acontecendo, os mesmos deveriam realizar seus trabalhos como habitualmente o faziam.

Para Rocha (1995) a análise das operações visa observar os movimentos e os tempos correspondentes, enfocando o homem, ou o homem e seu equipamento, de forma que cada operação, ou seus elementos, seja devidamente questionada quanto ao modo de ser feita. A empresa preferiu averiguar primeiro como os fatos estavam ocorrendo, para não realizar mudanças apressadas. A área de métodos e processos adotou tal postura com a intenção clara de poder mensurar todas as melhorias que iriam ocorrer após a implementação do SMED.

4.1. Metas para as atividades de setup

Os trabalhos iniciaram-se pela denominada "célula verde", que é composta por dois tornos, um barra e outro placa, uma fresa e duas furadeiras de bancada. O preparador teve como função identificar o que faltava para atuar de maneira mais ágil na célula, tais como: ferramentas, suportes, castanhas e outros itens necessários a preparação do *setup*.

O cronometrista tinha o papel de acompanhar todas as atividades realizadas pelo operador, e se deslocava para onde fosse o operador, fosse uma operação de cronometragem ou uma operação de filmagem. Para o trabalho de cronometragem foi elaborado um formulário específico para a coleta de dados.

O formulário de coleta de dados, tabela 1, descrevia cada atividade executada pelo operador, de maneira que naquele primeiro momento não se distinguia um setup interno ou externo. Durante a coleta de dados, a preparação do *setup* ocorria pelo operador da máquina, nos trabalhos iniciais o preparador do *setup* não figurava, pois ainda havia a necessidade de efetuar os registros de como as coisas ocorriam.

Nessa etapa foi colocado ao pessoal envolvido o que empresa denominou de metas:

a) Padronizar as peças dos 2 tornos;
b) Por ordem nas folhas de ajustagem;
c) Codificação de castanhas e pinças;
d) Codificação de buchas ferramentas;
e) Trocar ferramentas desgastadas;
f) Redimensionar os kanbans;
g) Localizar a altura das estações dos 2 tornos;
h) Preparar calços;
i) Chaves para colocar e retirar as ferramentas/dispositivos do torno no painel;
j) Providenciar suportes.

Após as cronometragens e filmagens nos 2 tornos da "célula verde" a empresa marcou um kaizen para concluir os trabalhos. É importante ressaltar a influência do Lean no que diz respeito ao SMED, seria mesmo necessário um evento kaizen e a utilização de coletes amarelos que conferiam prioridade aos trabalhadores da fábrica para implementar as mudanças necessárias?

Segundo o setor de métodos e processos os trabalhos do SMED devem consumir em média 1 mês por equipamento, o que faria com que os trabalhos durassem bem mais de 2 anos. A empresa tem consciência do longo tempo de implantação e não se assusta com isso, é

possível crer que os trabalhos se acelerem de maneira natural com o passar dos meses, à medida em que a equipe vai acumulando conhecimento e ganhando confiança no que faz.

Os trabalhos do SMED, como já afirmado, acabam se utilizando de ferramentas do Lean, no caso, a "célula verde" acabou sofrendo um 5S com a retirada de bancadas, materiais desnecessários e uma melhora visual considerável. Identificou-se o que poderia ser descartado, onde deveriam ser guardadas as pinças, desenhos, dispor ferramentas, enfim, tudo o que é inerente ao 5S. Essa célula foi estruturada em 2005, por ocasião dão lançamento do programa Lean.

Uma discussão que poderia ser feita a partir da situação observada na célula, são os motivos pelos quais a mesma, que foi estruturada com todas as ferramentas de melhoria oferecidas pelo Lean inclusive com procedimentos de trabalho definidos como detalhados no item 3, sofria um retorno ao seu estágio inicial (ano de 2005).

Paralelamente aos trabalhos desenvolvidos na "célula verde", o setor de métodos e processos realizou um levantamento baseado nas similaridades básicas das peças que poderiam ser agrupadas e produzidas na célula. Para Nanua e Rajamani (1996) a redução dos tempos de setup não é automática, ela só ocorre com a contribuição de um adequado agrupamento de peças, possibilitando a adequação de pequenos lotes.

4.2 Separando os tempos de setup interno e externo.

Uma atitude tomada pelo setor de tempos e métodos foi a de trazer o preparador envolvido no setup para assistir às filmagens realizadas no chão de fábrica. Na verdade o propósito de trazer o preparador para ver a filmagem era de fazer um exercício de cronometragem das atividades ocorridas nas filmagens como pode ser demonstrado na tabela 1.

Esse exercício, feito com o preparador, permitia que o mesmo pudesse compreender o que ocorria durante um setup, assistindo aos vícios que os operadores acabavam adquirindo com o tempo e aos erros cometidos em função das próprias condições de trabalho.

O formulário foi preenchido enquanto assistíamos ao setup, ou seja, tudo foi cronometrado naquele momento, parando-se a fita sempre que necessário para os comentários, juntos coordenador e preparador realizaram ajustes, por ajustes o coordenador de tempos e métodos convencionou como sendo os tempos possíveis de se realizar uma tarefa de maneira rotineira, sem pressa.

Conforme pode ser observado no tempo total na tabela 1, com os ajustes, ou seja, com as reduções possíveis, os tempos cronometrados foram reduzidos de 42 minutos para 22 minutos.

É preciso ressaltar que tal análise foi considerada apenas como um treino e não como uma geradora de procedimento. Outro ponto importante a se destacar é que a compreensão do setup interno e externo levou a identificação de tarefas que seriam eliminadas, sem que haja sua transferência para setup externo, conforme pode ser observado nas atividades 01,05,08,10 e 15 da tabela 1.

FORMULARIO DE ANÁLISE DE SETUP			
Máquina	Torno TND Placa	No. Máquina	
Peça	Tubo acoplador	Cód. Peça	
Operador		Data:	

Processo		Hora início		
No.	ATIVIDADE	TEMPO CRON.	AJUSTE	ECON.TEMPO
01	Limpeza	29seg.	Não	29seg.
02	Soltar castanha e troca	7min.39seg.	5min.	22min.39seg
03	Trocar pastilha us. Interno	1min.	1min.	
04	Trocar pastilha us. Externo	1 min.	1min.	
05	Desmontar suporte	4min.	Não	4min.
06	Tirar ATC ferta int.	2min.	2min.	
07	Chamar programa	1min.6seg.	1min.	6seg.
08	Conferir programa	1min.40seg.	Não	1min.40seg
09	Ponto zero	28seg.	28seg.	
10	Buscar matéria prima	4min	Não	4min.
11	Ponto zero	3min.03seg.	28seg.	2min.35seg.
12	Fazer 1ª. peça, 1º. Lado	3min.09seg.	3min.9seg.	
13	Tirar 2º. Ponto zero	2min.35seg	2min.	35seg.
14	Usinar 2º. Lado, liberar	1min.35seg.	1min.35seg.	
15	Procurar código e pegar calibrador	4min	Não	4min.
16	Calibrar peça	2min.03seg.	2min.03seg	
17	Liberando 2ª. peça, 1º. Lado	47seg	47seg	
18	Liberando 2º. Lado	60seg	60seg	
19	Inspecionar 2ª. peça	41 seg.	41seg	
	TOTAL	42min.15seg	22min.11seg	20min4seg

Tabela 1 – formulário de análise de setup

4.3 Cronometragem antes e depois do SMED

Cada peça deveria ser cronometrada antes do 5S/Kaizen e do SMED. Na tabela 2 podemos constatar uma cronometragem de 124 atividades para se identificar o *setup*, naturalmente durante a coleta dos dados no formulário, o cronometrista não fazia a identificação de *setup* interno ou externo. Como pode-se constatar no formulário de análise de setup (tabela 2), o *setup* estabelecido na folha de rota originalmente era de 0,4 de hora, ou 24 minutos.

A cronometragem realizada para o *setup* da peça em questão, que foi de 1 hora 49 minutos, excedeu em muito o *setup* de 24 minutos apontado na folha de rota.

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE SET-UP – GERAL

MÁQUINA	TNS BARRA – 336	**N° MÁQUINA**	57-4
PEÇA	TIRANTE DO MOTOR	**CÓD. PEÇA**	21213-208/6
OPERADOR		**DATA**	11/2/2008
HORA INÍCIO		**SET-UP ATUAL FOLHA ROTA**	0,4

N°	ATIVIDADE	EXT/ INT	INÍCIO	FIM	DIFERENÇA
1	BUSCAR CAIXA PARA GUARDAR PEÇAS ANTERIORES	E	00:00:00,0	00:00:32,5	00:00:32,5
2	GUARDAR PEÇAS	E	00:00:32,5	00:01:09,7	00:00:37,2
3	PROCURAR FOLHA DE AJUSTAGEM	E	00:01:09,7	00:01:40,7	00:00:31,0
4	LEVAR PEÇA À PRÓXIMA	E	00:01:40,7	00:02:31,3	00:00:50,5

	OPERAÇÃO				
5	PEGAR DESENHO	E	00:02:31,3	00:02:57,1	00:00:25,8
6	VOLTAR AO CNC	E	00:02:57,1	00:03:39,0	00:00:41,9
7	PEGAR CALIBRADOR	E	00:03:39,0	00:04:04,8	00:00:25,8
8	GUARDAR FOLHA DE AJUSTAGEM	E	00:04:04,8	00:05:03,5	00:00:58,7
9	GUARDAR SOBRA DO MATERIAL	E	00:05:03,5	00:05:28,3	00:00:24,7
10	PEGAR MATERIAL	E	00:05:28,3	00:05:46,7	00:00:18,5
11	IR ATÉ A LIXADEIRA	E	00:05:46,7	00:06:30,0	00:00:43,3
12	PONTEAR BARRA	E	00:06:30,0	00:06:49,0	00:00:19,0
13	VOLTAR AO CNC	E	00:06:49,0	00:07:29,8	00:00:40,8
.....	.....	..	.....	.....	.....
110	COLOCAR CALÇO EM BAIXO DA FERTA	E	01:40:09,8	01:40:23,0	00:00:13,2
111	PRENDER FERRAMENTA DE TORNEAR EXTERNO	I	01:40:23,0	01:40:51,6	00:00:28,6
112	CONFERIR ALTURA DA FERRAMENTA DE TORNEAR EXTERNO FACEANDO A PEÇA	I	01:40:51,6	01:41:59,0	00:01:07,4
113	USINAR 3° PEÇA	I	01:41:59,0	01:43:39,0	00:01:40,0
114	MEDIR DIÂMETRO DA ROSCA COM MICRÔMETRO	I	01:43:39,0	01:44:31,0	00:00:52,0
115	CORRIGIR NO CORRETOR	I	01:44:31,0	01:44:45,0	00:00:14,0
116	USINAR 3° PEÇA NOVAMENTE	I	01:44:45,0	01:45:38,0	00:00:53,0
117	PASSAR CALIBRADOR	I	01:45:38,0	01:45:56,0	00:00:18,0
118	CORRIGIR NO CORRETOR	I	01:45:56,0	01:46:15,0	00:00:19,0
119	USINAR 4° PEÇA	I	01:46:15,0	01:47:42,0	00:01:27,0
120	MEDIR	I	01:47:42,0	01:48:28,0	00:00:46,0
121	CORRIGIR NO CORRETOR	I	01:48:28,0	01:48:33,0	00:00:05,0
122	USINAR 4° PEÇA NOVAMENTE	I	01:48:33,0	01:49:08,0	00:00:35,0
123	MEDIR ROSCA	I	01:49:08,0	01:49:43,0	00:00:35,0
124	MEDIR COMPRIMENTO , DIÂMETRO E REBAIXOS	I	01:49:43,0	01:50:42,2	00:00:59,1
126	TOTAL				01:49:48,2

Tabela 2 – formulário de análise de setup – geral

Após a cronometragem inicial que demonstrou divergências significativas com a folha de rota, pode-se observar na tabela 3, com a aplicação do 5S/Kaizen e o SMED, ocorreu uma redução no número de atividades de 124 para 36. E o tempo de *setup* foi reduzido de 1hora e 49 minutos para 19 minutos (tabela 3). Uma redução de 70,9% das atividades e uma redução de 81,9% no tempo de setup.

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE SET-UP – GERAL					
MÁQUINA	TNS BARRA – 336	**N° MÁQUINA**	57-4		
PEÇA	TIRANTE DO MOTOR	**CÓD. PEÇA**	21213-208/6		
OPERADOR		**DATA**	11/2/2008		
HORA INÍCIO		**SET-UP ATUAL FOLHA ROTA**	0,4		
N°	**ATIVIDADE**	**EXT OU INT**	**INÍCIO**	**FIM**	**DIFERENÇA**

FORMULÁRIO DE ANÁLISE DE SET-UP – GERAL					
1	SOLTAR FLANGE PORTA PINÇA	I	00:00:00,0	00:00:46,5	00:00:46,5
2	LIMPAR E TIRAR A PINÇA	I	00:00:46,5	00:01:30,4	00:00:43,9
3	PEGAR PINÇA ENGRAXAR E COLOCAR NO PORTA PINÇA	E	00:01:30,4	00:01:51,2	00:00:20,7
4	COLOCAR FLANGE DO PORTA PINÇA	I	00:01:51,2	00:02:52,5	00:01:01,3
5	LIMPAR MÁQUINA	I	00:02:52,5	00:03:26,0	00:00:33,5
6	TIRAR FERRAMENTA	I	00:03:26,0	00:03:34,9	00:00:08,8
7	TIRAR MAIS UMA FERRAMENTA	I	00:03:34,9	00:03:52,2	00:00:17,4
8	VIRAR PASTILHA DO BEDAME	E	00:03:52,2	00:04:21,8	00:00:29,6
9	COLOCAR BEDAME	I	00:04:21,8	00:04:29,0	00:00:07,2
...	.....	.....	.....	.....	.....
16	ATC – TOPE	I	00:07:15,4	00:07:52,5	00:00:37,1
17	ATC – BEDAME	I	00:07:52,5	00:08:13,8	00:00:21,3
18	ATC - FERRAMENTA DE DESBASTE	I	00:08:13,8	00:08:42,7	00:00:28,9
19	ATC - FERRAMENTA DE ROSCA	I	00:08:42,7	00:09:13,1	00:00:30,4
20	TIRAR E GUARDAR ÓTICO	I	00:09:13,1	00:09:24,0	00:00:10,9
21	CONFERIR PROGRAMA	I	00:09:24,0	00:10:09,6	00:00:45,6
22	COLOCAR MATERIAL NO TORNO	I	00:10:09,6	00:10:37,0	00:00:27,4
23	USINAR 1° PEÇA	I	00:10:37,0	00:12:29,1	00:01:52,1
24	MEDIR PEÇA	I	00:12:29,1	00:13:10,6	00:00:41,4
25	USINAR 1° PEÇA	I	00:13:10,6	00:14:25,3	00:01:14,8
26	MEDIR PEÇA	I	00:14:25,3	00:15:07,7	00:00:42,4
27	DAR CORREÇÃO	I	00:15:07,7	00:15:20,1	00:00:12,4
28	MEDIR PEÇA	I	00:15:20,1	00:15:42,4	00:00:22,3
29	DAR CORREÇÃO	I	00:15:42,4	00:15:55,3	00:00:12,9
30	MEDIR PEÇA	I	00:15:55,3	00:16:21,2	00:00:25,9
31	IR BUSCAR CALIBRADOR	E	00:16:21,2	00:17:01,1	00:00:39,9
32	VOLTAR	E	00:17:01,1	00:17:22,9	00:00:21,8
33	USINAR 2° PEÇA	I	00:17:22,9	00:18:28,2	00:01:05,2
34	PASSAR CALIBRADOR	I	00:18:28,2	00:18:38,4	00:00:10,2
35	CONTINUAR USINAGEM	I	00:18:38,4	00:19:12,3	00:00:34,0
36	MEDIR PEÇA	I	00:19:12,3	00:19:40,0	00:00:27,7
	TOTAL				00:19:40,0

Tabela 3 – formulário de análise geral de setup – geral

Pode-se dizer que nesse momento o SMED começou a atuar, pois ocorreu uma redução do número de atividades de maneira significativa, e do tempo de *setup*. No entanto é preciso lembrar que pode-se analisar a redução de duas formas, como demonstra a tabela 4: uma é comparada com o ano de 2005 onde a redução é de 18,3%, portanto abaixo dos 50% estabelecidos como meta para redução inicial, outra é comparar com a última situação cronometrada, onde a redução foi de 82,0%, portanto, dentro da meta estabelecida.

	2005(1)	2005-2008(2)	2008(3)	Redução % (3)/(2)	Redução % (3)/(1)
Tempo de Setup	24 min.	109 min.	19,6 min.	82,0	18,3
No. Atividades de Setup	-	124	36	70,9	-

Tabela 4 – Comparação de tempos e atividades de setup

A tabela 5 ilustra mais detalhadamente a redução do número de atividades de um período para o outro, no entanto, tanto a tabela 4 como a 5 ilustram a ausência do número de atividades no ano de 2005, devido a ausência de um procedimento que na época permitisse conhecer o que e o quanto se fazia, o que foi confirmado pelo coordenador de métodos e processos, e que talvez explique o porque do retrocesso observado na "célula verde".

Tipo de Atividade	2005	2005-2008	2008	Redução %
Interna	-	81	30	62,9
Externa	-	43	6	86,0

Tabela 5 – Atividades do setup (internas e externas)

5. Resultado das metas propostas

O resultado das metas propostas no item 4.1 foram atingidos da seguinte maneira:

a) As peças foram agrupadas utilizando-se os critérios: diâmetro do alimentador, tipo de matéria-prima (aço, latão, alumínio....)e tipos de operação;
b) As folhas de ajustagem foram ordenadas por códigos e arquivadas em uma pasta que ficaria no balcão da célula. Quando das cronometragens, o cronometrista chegou a caminhar até 40 metros para localizar um desenho, e isso ocorria com freqüência;
c) A Castanhas e pinças podiam ser localizadas em vários locais da fábrica, menos na célula em questão. Assim elas foram codificadas e também armazenadas na célula;
d) As buchas utilizadas principalmente para prender brocas foram todas identificadas e disso resultou um outro trabalho que levou à sua substituição por pinças, mais baratas e mais eficientes;
e) Várias ferramentas danificadas foram substituídas por novas;
f) Houve um redimensionamento nas quantidades de lotes de peças fabricadas identificadas pelo kanban;

g) Identificação das alturas das estações dos tornos, que já haviam sofrido processo de desgaste pelo tempo de uso, a fim de facilitar a programação da máquina e a adequação das ferramentas;
h) Confecção de vários calços, de várias medidas, para adequar às necessidades das ferramentas;
i) Montagem de um painel para colocar as chaves utilizadas no decorrer das operações de *setup*;
j) Adquirir os suportes necessários às ferramentas, que ficariam dedicados a estes tornos.

Alguns problemas vieram à tona na célula verde. No caso das castanhas, a mesma foi alvo de uma discussão, pois era freqüente um operador moldar castanhas durante um processo de setup. Muitas vezes, quando assistíamos às filmagens, o operador parava o que estava fazendo para buscar máquinas que lhe permitissem ajustar a castanha à necessidade do momento. Após uma reunião e discussões entre os operadores mais experientes, acabou-se chegando à conclusão de que tal procedimento era desnecessário, pois a necessidade da moldagem ocorria pela ausência de procedimento anterior.

Outra situação que surgiu foi a questão da falta de matéria-prima para executar o serviço. Dois motivos foram detectados, um relacionado à não observância dos lotes determinados em Kanban, pois com o just in time em ação as compras eram reduzidas, e quando um ou mais operários não respeitavam o Kanban, fazendo mais peças que o necessário, acabava faltando matéria-prima para outro operário.

A outra justificativa para a falta de matéria-prima, essa especificamente para os tornos da "célula verde", também estava relacionada ao Kanban, pois determinada matéria-prima que supria o torno, e deveria ser cortada em outro setor, não tinha um Kanban em sua origem, o que obrigava o operador do torno a avisar o operador da serra, sempre com antecedência de que iria utilizar o material e que ele deveria ser cortado.

Todas as metas propostas foram cumpridas e todo o material necessário para fazer um setup estava disponível para a "célula verde". Outros pontos levantados foram encaminhados para suas respectivas áreas em busca de soluções.

Retornando ao item 3, pode-se entender porque o coordenador de métodos e processos conseguiu uma redução nos tempos de setup sem conhecer o SMED. É compreensível que ao organizar a célula e reduzir o tempo com movimentos desnecessários (Lean) se consiga melhorar o setup, entretanto, é preciso lembrar que o princípio deflagrador da melhoria através do SMED é outro, que é a identificação do que sejam os tempos de setup interno e externo.

6. Geração de procedimento e divulgação dos resultados

Após os trabalhos de cronometragem, aplicação das ferramentas Lean e do SMED, exercícios com os preparadores dos tornos e a análise dos números, a empresa começou a produzir alguns procedimentos. O primeiro deles foi o "procedimento para o *setup*" tabela 6, e foi elaborado pelo coordenador de tempos e métodos, o preparador e o cronometrista, que juntos chegaram aos números finais que iriam compor o procedimento. É importante acrescentar que o procedimento será checado posteriormente, através de novas cronometragens a fim de oficializar sua validação.

Para o operador do torno o aumento da burocracia não afetará seu trabalho, pois o operador permanecerá usando sua folha de rota e sua folha de ajustagem, pois quem vai realizar o *setup* é o preparador. O referido documento conforme observa-se estabelece de maneira clara o que é *setup* interno e externo e seus respectivos tempos previstos.

O procedimento de *setup* passa a ser um instrumento que sedimenta a rotina de trabalho, pois registra a forma como as atividades devem ocorrer, e possibilita que sejam feitas revisões quando necessárias.

Procedimento para Setup

Código peça 20601-000-0		Peça Bucha fixadora engrenagem movimento elíptica		
Máquina	Elaborado	Aprovação	Revisão	Folha
58/2			0	1/1
Setor/célula Célula verde	Data 31.03.08	Data 31.03.08	Data 31.03.08	Tempo Min. 35

SETUP EXTERNO (Preparação antecipadas)

1- Pegar folha de ajustagem e desenho
2- Buscar matéria-prima e dispor ao lado da máquina
3- Preparar ferramentas e trocar pastilhas necessárias (montar brocas e ferramentas especiais no suporte)
4- Buscar calibrador
5- Montar castanha no pente

SETUP INTERNO

ITEM	DESCRIÇÃO	TEMPO PREVISTO
1	Desmontar dispositivo fixado na máquina	20 seg.
2	Limpar a máquina	4min.20seg.
3	Chamar programa	1min.40seg.
4	Trocar pastilha fertas fixas na máquina (se necessário)	3min.
5	Montar ferramentas na máquina	3min.
6	Digitar atc(off-set)	2 min.
7	Trocar castanhas	2min
8	Medir comprimento peça fundida para calcular ponto zero	2min.
9	Tirar ponto zero	40seg.
10	Usinar 1ª. peça completa	6min.
11	Medir	3min.
12	Dar correção em todas as dimensões necessárias	2min.
13	Liberar peça boa	5min.
	TOTAL	35MIN.

Tabela 6 – procedimento para Setup

Com a primeira parte dos trabalhos concluídos na "célula verde", a equipe reuniu-se para apresentar os resultados para a gerência dessa que foi considerada a implementaçao inicial e mais complexa em termos de articulação da metodologia SMED. Os resultados, ainda que

muito prematuros, evidenciaram que a cooperação esperada dos empregados esta sendo correspondida, que os recursos financeiros e humanos disponibilizados ao setor de tempos e métodos para realizar os trabalhos estão dentro do previsto e que realmente o SMED trouxe resultados.

7. Conclusões

O enfoque do trabalho baseou-se na questão operacional da metodologia SMED e de como ela se constrói e interage. De acordo com o exemplo do estudo de caso utilizado, ficou evidenciado que as ferramentas Lean trouxeram mais efeito nesse primeiro momento em termos de redução de *setup* do que o próprio SMED.

Não se argumenta aqui que o SMED não tenha atingido seu objetivo, no entanto a dinâmica das relações industriais impõe condições por vezes difíceis de serem coordenadas com uma única ferramenta. É importante salientar que os trabalhos estão no início e que outras cronometragens e estudos de redução serão feitos pela empresa.

Outra questão delicada é o tempo previsto para aplicar o SMED em toda a fábrica, que é de aproximadamente 2 anos. Sustentar programas de longa duração não é uma tarefa simples, é preciso uma divulgação permanente de que o programa esta dando certo e trazendo resultados concretos.

Ainda que o SMED seja uma ferramenta voltada para o *setup* ele possui um grande mérito como ferramenta de melhoria. No caso estudado observa-se uma sinergia entre ele e o Lean, o que possibilitou à empresa maior tranqüilidade nessa fase inicial de implementação.

Referências

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P. **Administração da produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

NANUA, S.; RAJAMANI D. **Celular Manufacturing systems**: Design, planning and control. London: Chapman & Hall,1996.

OHNO, T. **O sistema toyota de produção**: além da produção em larga escala. Tradução de Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ROCHA, D. **Fundamentos técnicos da produção**. São Paulo: Makron Books, 1995.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta**: uma revolução nos sistemas produtivos. Tradução de Eduardo Schaan e Cristina Schumacher. Porto Alegre: Bookman, 2000.

SIPPER, D.; BULFIN, R.L.Jr. **Production**: planning, control and integration. New York: MacGraw-Hill, 1997.